L'Ofanto e l'emporio dei Canosini: una rilettura approfondita di Strabone attraverso il protocollo LAGL+

Introduzione: la testimonianza straboniana e la sua complessità ermeneutica

Il breve ma denso passo di Strabone sull'emporio dei Canosini (VI 3, 9) rappresenta una delle testimonianze più intriganti e al contempo problematiche sulla geografia economica della Daunia antica. La sua apparente semplicità nasconde in realtà una complessità stratificata che ha generato oltre un secolo di dibattito scientifico, coinvolgendo filologi, storici, archeologi, geografi e geomorfologi in un confronto serrato sulle modalità di lettura delle fonti itinerarie antiche. Il geografo greco scrive con la consueta concisione che caratterizza le sue descrizioni costiere:

Ἐκ δὲ Βαρίου πρὸς τὸν ποταμὸν Αὔφιδον, ἐφ᾽ ᾧ τὸ ἐμπόριον τῶν Κανυσιτῶν, τετρακόσιοι· ὁ δ᾽ ἀνάπλους ἐπὶ τὸ ἐμπόριον ἐνενήκοντα. πλησίον δὲ καὶ Σαλαπία τὸ τῶν Ἀργυριππίνων ἐπίνειον.

"Da Bario al fiume Aufido, sul quale si trova l'emporio dei Canosini, [sono] quattrocento stadi; e la risalita verso l'emporio [è di] novanta [stadi]. Vicina è anche Salapia, il porto degli Argyrippini."

Tre elementi possono guidare l'indagine topografica: la distanza del fiume da Bari (400 stadi), la lunghezza del tratto fluviale da risalire per raggiungere l'emporio (90 stadi) e la vicinanza di quest'ultimo a Salapia. Molto elementare nella sua formulazione, questa testimonianza ha dato origine a interpretazioni contrastanti sulla localizzazione dell'emporio e sulla stessa natura e navigabilità dell'Ofanto, coinvolgendo questioni di metrica antica, geomorfologia fluviale, semantica lessicale e ricostruzione dei paesaggi economici della Puglia romana.

Il dibattito storiografico: un secolo di interpretazioni divergenti

Come ha osservato Giuliano Volpe ne *La Daunia nell'età della romanizzazione* (1990), sulla notizia straboniana "è fiorita un'ampia letteratura, soprattutto in relazione alla problematica distanza di 90 stadi, circa km 16,500, che sarebbe intercorsa tra l'emporio fluviale e la costa". La questione metrica si intreccia infatti con quella topografica in un nodo apparentemente inestricabile: Canosa dista dal mare circa 17 km in linea d'aria, ma la distanza aumenta notevolmente seguendo il tortuoso percorso del fiume, che nel suo basso corso presenta un elevato grado di sinuosità con anse pronunciate e meandri marcati.

Gli studiosi si sono divisi in tre correnti interpretative principali, ciascuna sostenuta da argomenti filologici, topografici o archeologici. Heinrich Nissen, nella sua monumentale *Italische Landeskunde*(1883-1902), Ettore Pais nella *Storia di Roma durante le guerre puniche* (1927) e Theodor Mommsen nel *Corpus Inscriptionum Latinarum* IX (1883) hanno proposto di localizzare l'emporio nei pressi di Canne, valorizzando la corrispondenza metrica tra i 90 stadi straboniani e la distanza effettiva dalla foce, nonché il ruolo strategico del sito come nodo di controllo territoriale e punto di raccolta delle derrate agricole della valle. Questa interpretazione ha il merito di considerare il percorso fluviale effettivo anziché la

semplice distanza in linea d'aria, ma lascia aperto il problema della navigabilità stagionale del fiume.

Nunzio Jacobone, nella monografia *Canusium* (1925), ha invece respinto interamente la tradizione straboniana, escludendo categoricamente la navigabilità del fiume sulla base dei racconti di Polibio (III 107-113) e Livio (XXII 45-46) relativi alla battaglia di Canne del 216 a.C., dai quali risulta che l'Ofanto era stato guadato a piedi sia dai soldati di Annibale sia da quelli di Varrone per almeno due volte nei giorni precedenti lo scontro. Secondo Jacobone, un fiume guadabile non poteva essere navigabile, e la testimonianza di Strabone andrebbe dunque respinta come errore geografico o come confusione con altri corsi d'acqua.

Francesco Giuseppe Lo Porto, seguito più recentemente da Angelo Bottini, ha proposto una localizzazione nella zona di Toppicelli, località situata a pochi chilometri a nord-ovest di Canosa, dove sono stati rinvenuti una necropoli, un ceramico e vari edifici di età arcaica. Questa ipotesi si basa sull'evidenza archeologica di un'area di intensa attività produttiva e commerciale, ma presenta problemi sia metrici (la distanza dalla foce supera ampiamente i 90 stadi) sia cronologici, come vedremo più avanti.

Come nota giustamente Volpe, l'obiezione basata sulla guadabilità del fiume non è dirimente dal punto di vista metodologico: i fatti narrati da Polibio e Livio si svolsero durante i primi giorni di agosto del 216 a.C., in un periodo in cui la portata doveva essere ridotta al minimo stagionale, con il fiume ridotto a una serie di pozze collegate da rivoli di corrente. La navigabilità stagionale dell'Ofanto non è contraddetta dalla presenza di guadi, che anzi confermano la variabilità idrologica del corso d'acqua e la sua natura torrentizia. La distinzione semantica tra ἐπίνειον (porto di foce, struttura portuale stabile accessibile tutto l'anno) ed ἐμπόριον (emporio interno, nodo commerciale raggiungibile in condizioni specifiche) suggerisce inoltre che l'infrastruttura descritta da Strabone fosse un nodo μεσόγειον (interno, continentale) piuttosto che παραθαλάττιον (costiero, marittimo), come del resto Strabone stesso precisa altrove nelle sue distinzioni geografiche.

La chiave interpretativa: il termine ἀνάπλους e la sua portata tecnica

L'ambiguità fondamentale del passo straboniano riguarda il punto da cui inizia la risalita lungo l'Ofanto e la natura stessa di questa risalita. La navigazione verso monte è garantita dal sostantivo tecnico ἀνάπλους, termine che nella letteratura geografica greca non indica genericamente una risalita o un percorso verso l'interno, ma designa specificamente la navigazione controcorrente lungo un fiume, con tutte le implicazioni operative, tecniche e logistiche che tale pratica comportava. Questo termine ha un valore costante e ben definito nella letteratura geografica antica, da Erodoto a Polibio fino a Strabone stesso, e non può essere interpretato come semplice percorrenza terrestre o come generica indicazione di direzione verso l'interno.

La distinzione emerge chiaramente dal parallelo con il libro V (1, 8) di Strabone, dove lo stesso sostantivo ἀνάπλους descrive un fiume alpino navigabile per 1200 stadi fino a Noreia: "ὸ δὲ ποταμῷ ῥέοντι ἀπὸ τῶν Ἀλπείων ὀρῶν, ἀνάπλουν ἔχοντι καὶ διακοσίων σταδίων ἐπὶ τοῖς χιλίοις εἰς Νωρηίαν πόλιν"("un fiume che scorre dalle montagne delle Alpi ed è navigabile per una distanza di 1200 stadi, fino alla città di Noreia"). In questo contesto, ἀνάπλουν ἔχοντι significa letteralmente "avente risalita navigabile", e la costruzione sintattica parallela con il passo sull'Ofanto non lascia dubbi sull'interpretazione: si tratta in entrambi i casi di navigazione fluviale effettiva, non di percorrenza terrestre lungo le rive del fiume.

Lo stesso termine compare in Polibio (III 39, 3) per descrivere la risalita del Rodano da parte di Annibale, in contesti dove la natura nautica dell'operazione è indubitabile. Erodoto (II 29) usa ἀνάπλοος per la risalita del Nilo verso l'interno dell'Etiopia, sempre in riferimento a navigazione effettiva. La consistenza terminologica è tale che qualsiasi interpretazione del passo straboniano che non consideri ἀνάπλους come navigazione fluviale controcorrente risulta filologicamente insostenibile e contraria all'uso consolidato della lingua geografica greca.

È quindi necessario distinguere due piani diversi nella descrizione straboniana, corrispondenti a due segmenti operativi distinti della rotta:

- 400 stadi terrestri o costieri: il percorso da Bari alla foce dell'Ofanto, da intendersi come rotta lungo la via paralitoranea (la futura via Traiana che collegava Brindisi a Benevento passando per Bari, Canosa e Aecae) o come navigazione costiera adriatica, non come distanza in linea d'aria. Questo tratto rappresentava la componente terrestre o di cabotaggio della rotta commerciale.
- 90 stadi fluviali: la risalita controcorrente lungo il talweg dell'Ofanto fino all'emporio, ossia un percorso fluviale vero e proprio con implicazioni idrauliche precise (tirante d'acqua, velocità di corrente, portata), logistiche (tipo di imbarcazioni, tecniche di propulsione, tempi di percorrenza) e stagionali (finestre operative legate al regime idrologico).

Questa interpretazione non è un'invenzione moderna né un'ipotesi di lavoro arbitraria, ma riflette fedelmente la tradizione geografica ellenistica consolidata. Artemidoro di Efeso (II-I sec. a.C.), geografo e viaggiatore la cui opera è andata perduta ma che è ricostruibile attraverso le citazioni di autori successivi, era noto per la precisione quasi maniacale delle sue descrizioni costiere e per l'attenzione particolare agli emporia, ai porti e ai nodi commerciali del Mediterraneo. Artemidoro aveva probabilmente percorso personalmente molte delle rotte che descriveva, e la sua opera costituiva una sorta di portolano ante litteram, con indicazioni precise su distanze, punti di approdo, condizioni di navigabilità e caratteristiche dei porti. La sua influenza su Strabone è documentata per numerosi passi del libro VI dedicato all'Italia meridionale, e si avverte chiaramente nella struttura metrica e nella logica di rotta del passo sull'Ofanto: la misura non è mai una corda geometrica astratta tracciata su una carta, ma un percorso operativo concreto, segmentato in tratte con caratteristiche diverse e soggetto a vincoli naturali specifici.

Il quadro idrografico e geomorfologico dell'Ofanto: un sistema torrentizio complesso

L'Ofanto (latino Aufidus, greco antico Αὔφιδος) è un corso d'acqua appenninico lungo circa 170 km che collega le unità morfologico-strutturali dell'altopiano della Murgia al Tavoliere di Foggia, attraversando la depressione bradanica e sviluppandosi verso una pianura costiera caratterizzata da ambienti salmastri e lagunari. Il bacino idrografico, fortemente asimmetrico e frammentato in sottobacini poco comunicanti, è alimentato da affluenti secondari di portata modesta e irregolare (Locone, Marana Capacciotti, Calaggio) che garantiscono apporti idrici episodici e disomogenei, concentrati principalmente nei mesi invernali e primaverili.

Il regime idrologico è tipicamente torrentizio mediterraneo, caratterizzato da piene invernali concentrate tra novembre e marzo, con portate che possono superare i 500 m^3/s nei momenti di massima intensità e che determinano fenomeni di esondazione nelle aree di pianura, alternate a magre prolungate estive (maggio-settembre) in cui la portata scende

talora sotto i 2 m³/s, riducendo il fiume a una serie di pozze stagnanti collegate da rivoli di corrente debolissima. Il coefficiente di variabilità della portata è estremamente elevato, con un rapporto tra portata massima e minima che può superare il valore di 250, e l'indice di piene (rapporto tra portata media annua delle piene e portata media annua) supera abbondantemente il valore 10, segnalando un sistema idrico soggetto a oscillazioni rapide, intense e difficilmente prevedibili. In un alveo prevalentemente ghiaioso come quello dell'Ofanto, variazioni di tirante di pochi decimetri modificano radicalmente le condizioni di navigabilità, passando in breve tempo da situazioni di piena con correnti impetuose a situazioni di magra con fondali insufficienti.

La valle dell'Ofanto attraversa nel suo percorso substrati geologici eterogenei: calcari mesozoici nel tratto montano e collinare, argille plioceniche nella depressione bradanica, sabbie e ghiaie alluvionali quaternarie nel basso corso. Questa varietà litologica determina comportamenti idrogeologici differenziati: i substrati calcarei e sabbiosi presentano forte permeabilità e capacità infiltrativa, con conseguente riduzione della portata superficiale ma anche con effetto di ricarica delle falde acquifere sotterranee; le argille impermeabili favoriscono invece il ruscellamento superficiale e l'accumulo rapido di volumi idrici durante gli eventi piovosi. Il risultato complessivo è un sistema che non presenta un deflusso continuo e regolare, ma che accumula energia idrica e sedimenti durante i mesi invernali per rilasciarli in piene improvvise e spesso devastanti, alternate a lunghi periodi di magra quasi assoluta.

Il trasporto solido condiziona fortemente la stabilità morfologica dell'alveo e le sue caratteristiche geometriche: durante le piene invernali prevale il trasporto di fondo con mobilizzazione di granulometrie ghiaiose grossolane (diametro medio d_{50} ≈ 20-30 mm, con ciottoli che possono raggiungere i 100-150 mm), mentre nelle fasi di magra predomina la deposizione selettiva con formazione di estese barre longitudinali e trasversali che frammentano la sezione di deflusso. La sinuosità planimetrica della rotta fluviale è elevata, con un rapporto S ≈ 1,84 tra lunghezza misurata lungo il talweg (linea di massima profondità dell'alveo) e distanza rettilinea nel basso corso. La differenza tra distanza rettilinea foce-Canne (9,05 km) e lunghezza effettiva lungo talweg (16,65 km) testimonia la marcata meandratura dell'alveo, risultato combinato della bassa pendenza (S ≈ 1,0-2,0‰ nel tratto terminale) e della natura alluvionale del substrato, facilmente erodibile e rimodellabile durante le piene.

La foce antica e la sua evoluzione geomorfologica: la retrogradazione deltizia

La foce dell'Ofanto ha subito nel corso dei secoli significativi spostamenti verso sud, fenomeno ampiamente documentato sia dalle evidenze geomorfologiche (variazioni della linea di costa, depositi sedimentari relitti, forme di paleo-alveo) sia dalle testimonianze archeologiche (siti costieri oggi interrati o distanti dal mare). Le ricerche concordano nel collocare la foce antica più a nord rispetto all'attuale, nell'area corrispondente all'odierna Salinis/Margherita di Savoia, zona caratterizzata da ambienti lagunari salmastri, da saline storiche e da una complessa dinamica di scambio tra acque dolci fluviali e acque marine. Questa mobilità della foce è perfettamente coerente con la natura torrentizia del fiume: un alveo instabile, soggetto a frequenti piene che rimodellano la geometria del letto, la presenza di barre sabbiose mobili alla foce, le avulsioni frequenti (cioè l'abbandono improvviso di un ramo fluviale e l'apertura di un nuovo percorso) determinano inevitabilmente delta mobili e variazione continua dei punti di sbocco al mare.

Il geosito della foce dell'Ofanto costituisce un caso emblematico e didatticamente significativo di cuspide deltizia soggetta a retrogradazione accelerata per effetto combinato

di dinamiche naturali e di interventi antropici. Nel corso della sua evoluzione storica documentabile, il fiume Ofanto aveva costruito nel basso Adriatico una cuspide deltizia che si protendeva verso mare per circa 1000 metri oltre l'attuale linea di costa, alimentata da un apporto solido consistente (stimato in diverse decine di migliaia di metri cubi all'anno) e da una portata liquida media che garantiva la spinta necessaria per il trasporto dei sedimenti fino alla zona di foce.

A partire dalla seconda metà del XX secolo, la realizzazione di sette invasi artificiali di regolazione nel bacino idrografico (dighe sul Locone, sul fiume Ofanto stesso e su altri affluenti minori) ha determinato un drastico calo sia della portata solida sia di quella liquida, oggi ridotte complessivamente a circa il 10% dei valori originari pre-dighe. La conseguenza geomorfologica è stata un collasso improvviso del bilancio sedimentario della foce: il mancato apporto di detriti fluviali, unito all'azione erosiva continua del moto ondoso marino e delle correnti litoranee, ha innescato un'accelerazione drammatica dei fenomeni erosivi costieri, con un arretramento della linea di costa stimato in 3-4 metri all'anno nelle fasi più acute. In pochi decenni, la cuspide deltizia si è ritirata di oltre un chilometro, trasformando radicalmente la morfologia della foce da delta attivo e progradante a estuario arretrato in fase di erosione accelerata.

Questa dinamica recente fornisce un modello interpretativo essenziale per comprendere le variazioni storiche della foce su scale temporali più lunghe. In età antica, prima degli interventi di regolazione idraulica moderna, il fiume aveva presumibilmente una portata solida e liquida molto più elevata, che manteneva attiva una cuspide deltizia avanzata. La foce era dunque una porta costiera intermittente e mobile, non un accesso stabile e permanente come un porto artificiale o una foce estuariale profonda. Barre sabbiose alte mezzo metro o più, che potevano formarsi e dissolversi nell'arco di poche settimane, condizionavano pesantemente l'accesso marittimo e richiedevano necessariamente pilotaggio locale da parte di esperti che conoscessero le condizioni attuali dei canali navigabili, oppure attesa paziente di condizioni favorevoli (maree, venti, livelli idrici del fiume). La laguna salmastra retrostante agiva come filtro morfologico e dissipatore energetico, riducendo la velocità della corrente fluviale per effetto dell'allargamento della sezione e della presenza di vegetazione acquatica, ma aumentando al contempo il rischio di interrimento progressivo (colmata) dei canali di accesso. Le oscillazioni della linea di costa, documentate anche in epoca medievale e moderna attraverso cartografia storica e fonti scritte, confermano la variabilità intrinseca di questa porta costiera e la sua natura di interfaccia dinamica tra ambiente fluviale e ambiente marino.

Il protocollo LAGL+: formalizzazione metodologica della ricostruzione delle rotte antiche

Per superare le ambiguità interpretative tradizionali e tradurre la testimonianza straboniana in un modello verificabile, riproducibile e scientificamente fondato, è stato sviluppato il protocollo LAGL+ (Linear Analysis of Geographical Length Plus). Questo metodo nasce dall'esigenza di formalizzare la ricostruzione di rotte antiche fluviocostiere come percorsi operativi concreti soggetti a vincoli idraulici, geomorfologici e urbani precisi, trasformando le attestazioni itinerarie letterarie in modelli scientifici rigorosi, numericamente verificabili, criticabili secondo criteri espliciti e confrontabili con le evidenze archeologiche, topografiche e geomorfologiche disponibili.

Il termine "Linear Analysis of Geographical Length"sottolinea la centralità metodologica della misura lineare e della lunghezza geografica come base primaria di calcolo: ogni distanza itineraria antica viene trattata non come astrazione numerica ma come percorso concreto misurabile lungo una traiettoria specifica. Il suffisso "Plus"indica l'estensione

multidisciplinare obbligatoria del metodo: l'analisi puramente metrica deve essere integrata con considerazioni idrologiche (regime del fiume, portate, tiranti), geomorfologiche (pendenze, granulometria, forme dell'alveo), archeologiche (localizzazione dei siti, infrastrutture viarie e portuali) e con la definizione esplicita di bande di plausibilità che quantificano l'incertezza intrinseca nelle misure antiche. La rotta non è mai concepita come una corda lineare astratta che congiunge due punti su una mappa moderna, ma come un percorso segmentato in cui ogni tratto presenta caratteristiche operative specifiche che ne condizionano la praticabilità, i tempi di percorrenza e le tecniche di navigazione o trasporto.

Struttura articolata del protocollo

Il protocollo LAGL+ si articola metodologicamente su tre livelli logici interconnessi:

1. **Livello analitico-lineare**: traduce la misura itineraria espressa in stadi antichi in bande metriche moderne, considerando esplicitamente la variabilità dello stadio antico ($s \in [177, 209]$ m, con valore di baseline convenzionale fissato a 185 m, corrispondente allo stadio attico-italico più comunemente attestato nelle fonti).
2. **Livello operativo-geomorfologico**: integra le bande metriche ottenute al livello precedente con vincoli idraulici concreti (portate minime e massime navigabili, tiranti utili, velocità di corrente) e territoriali (presenza di infrastrutture, attraversamenti, nodi urbani), segmentando la rotta in blocchi funzionali omogenei dal punto di vista operativo.
3. **Livello di convergenza critica**: verifica la coerenza complessiva tra misura itineraria antica, evidenze archeologiche disponibili e assetto geomorfologico ricostruito, producendo come output finale una rotta storicamente plausibile che soddisfi simultaneamente tutti i vincoli imposti.

Segmentazione operativa della rotta

La topologia esplicita della rotta viene definita come sequenza ordinata di segmenti S_1, S_2, S_3, S_4, ciascuno caratterizzato da parametri specifici: lunghezza L misurata in metri, fattore di sinuosità k_s (rapporto tra lunghezza effettiva del percorso e distanza in linea retta), vincoli operativi (navigabilità, percorribilità terrestre, necessità di trasbordo) e note di contesto storico-archeologico:

- **S_1 (tratto costiero → foce)**: percorso paralitoraneo da Bari alla foce dell'Ofanto, percorribile via terra lungo la via litoranea preromana (poi formalizzata come via Traiana) oppure via mare con cabotaggio costiero. Fattore di sinuosità $k_{s,costa} \approx 1{,}05$-$1{,}10$, relativamente basso perché la costa adriatica in questo tratto è abbastanza rettilinea con poche insenature profonde.
- **S_2 (zona di foce)**: attraversamento della complessa zona di barra/canali lagunari nella regione di Salinis/Margherita di Savoia, con $k_{s,foce} \approx 1{,}05$-$1{,}20$ variabile in funzione delle condizioni stagionali e della configurazione attuale dei canali. Questo segmento richiede necessariamente pilotaggio locale e conoscenza aggiornata delle condizioni della barra.
- **S_3 (tratto fluviale)**: risalita controcorrente vera e propria lungo il talweg dell'Ofanto fino all'emporio interno, con $k_{s,fluviale} \approx 1{,}15$-$1{,}30$ dovuto alla marcata meandratura del basso corso. Questo è il segmento più critico dal punto di vista idraulico, soggetto ai maggiori vincoli di navigabilità stagionale.
- **S_4 (interfaccia urbana)**: ultimo tratto di connessione tra il punto di approdo fluviale e il centro urbano o l'area di stoccaggio delle merci, con $k_{s,urbano} \approx 1{,}00$-$1{,}10$. Questo

segmento può includere percorsi terrestri brevi, rampe di accesso, infrastrutture portuali rudimentali.

La lunghezza di rotta complessiva viene calcolata come sommatoria pesata: $L_{rotta} = \Sigma_i (L_i \times k_{s,i})$, dove ogni segmento contribuisce secondo la sua lunghezza base moltiplicata per il fattore di sinuosità specifico.

Modello idraulico per la navigabilità fluviale

La navigabilità del tratto fluviale S_3 dipende dalla soddisfazione congiunta di condizioni necessarie multiple, formalizzate nel criterio complessivo θ_{nav} che richiede:

Tirante utile sufficiente: $T(x) = h(x) - z_b(x) \geq P_g + \Delta_{sicurezza}$

dove $h(x)$ è la quota del pelo libero dell'acqua, $z_b(x)$ è la quota del fondo dell'alveo (entrambe funzioni della posizione lungo l'asse fluviale), $P_g \approx 0{,}3$-$0{,}6$ m rappresenta il pescaggio tipico di imbarcazioni fluviali leggere utilizzabili per il trasporto di merci su fiumi poco profondi (chiatte a fondo piatto, barche a remi, zattere), e $\Delta_{sicurezza} \approx 0{,}1$-$0{,}3$ m è il margine di sicurezza necessario per evitare incagliamenti su irregolarità del fondo non prevedibili.

Velocità della corrente manovrabile: $v(x) \leq v_{max} \approx 1{,}2$-$1{,}5$ m/s

La velocità della corrente deve rimanere entro limiti che consentano la propulsione controcorrente con i mezzi disponibili (remi, pertiche, alaggio da riva). Velocità superiori rendono impraticabile la risalita o richiedono sforzi eccessivi e pericolosi.

La velocità media della corrente viene calcolata utilizzando la classica formula di Manning per il moto uniforme in canali aperti:

$$v = (1/n) \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$$

dove n è il coefficiente di scabrezza di Manning ($n_{fl} \approx 0{,}035$-$0{,}045$ per un alveo ghiaioso con vegetazione ripariale sparsa, valore che può aumentare significativamente in presenza di vegetazione acquatica abbondante o di irregolarità morfologiche marcate), R è il raggio idraulico approssimabile nel nostro caso come $R \approx 0{,}8$-$1{,}2$ m (rapporto tra area della sezione bagnata e perimetro bagnato, che per sezioni larghe e poco profonde tende ad approssimarsi con la profondità media), e S è la pendenza di fondo dell'alveo, valutabile come $S \approx 1{,}0$-$2{,}0$‰ nel tratto terminale dell'Ofanto sulla base di rilievi topografici moderni e di cartografia storica.

Portata operativa in range compatibile: $Q_{min} \leq Q(t) \leq Q_{max}$

La portata $Q(t)$, variabile nel tempo in funzione del regime idrologico stagionale, deve collocarsi in una finestra operativa: sufficiente per garantire tiranti navigabili ma non così elevata da generare correnti ingestibili. La portata si calcola come:

$$Q = A \times (1/n) \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$$

dove A rappresenta l'area della sezione trasversale bagnata, anch'essa variabile lungo il percorso e in funzione del livello idrico.

Modello morfodinamico della stabilità dell'alveo

La stabilità morfologica dell'alveo ghiaioso viene valutata attraverso il parametro

adimensionale di Shields, che esprime il rapporto tra le forze idrodinamiche che tendono a mobilizzare i sedimenti e le forze gravitazionali che li mantengono in posizione:

$\theta = \tau / ((\rho_s - \rho) \times g \times d)$

dove $\tau = \rho \times g \times R \times S$ rappresenta lo stress tangenziale medio esercitato dalla corrente sul fondo (forza per unità di area), ρ_s è la densità del materiale sedimentario (≈ 2650 kg/m³ per ghiaie calcaree o quarzose), ρ è la densità dell'acqua (≈ 1000 kg/m³), g è l'accelerazione di gravità (9,81 m/s²), e d è il diametro caratteristico dei sedimenti (solitamente identificato con il d_{50}, diametro mediano della distribuzione granulometrica).

Per l'Ofanto, con granulometria di fondo tipica d_{50} ≈ 20-30 mm nel basso corso, la soglia critica di mobilizzazione incipiente dei sedimenti è θ_c ≈ 0,03-0,06 secondo i dati sperimentali consolidati di Shields e successive calibrazioni. Le implicazioni operative di questa analisi sono fondamentali per comprendere la navigabilità stagionale:

- **In condizioni di piena**($\theta > \theta_c$): si verifica mobilizzazione generalizzata delle barre ghiaiose, con trasporto intenso di fondo che determina rapido rimodellamento della geometria dell'alveo, migrazione delle barre, formazione di nuove configurazioni morfologiche. Il tirante utile può paradossalmente ridursi nonostante l'aumento della portata, a causa della redistribuzione dei sedimenti che crea accumuli localizzati. La navigazione risulta sospesa per l'instabilità del fondo e per le elevate velocità di corrente.

- **In condizioni di magra estrema**($\theta < \theta_c$): si ha stabilizzazione temporanea della configurazione morfologica con sedimenti immobili, ma il tirante diviene insufficiente per la navigazione, con ampie zone di alveo asciutto o coperte da pochi centimetri d'acqua. Il fiume diviene guadabile a piedi, come descritto da Polibio e Livio per la battaglia di Canne.
- **In condizioni intermedie**($\theta \approx \theta_c$): si raggiunge un equilibrio dinamico in cui i sedimenti sono al limite della mobilità ma il tirante è ancora sufficiente. Questa è la finestra operativa ottimale per la navigazione, tipicamente corrispondente alle stagioni di transizione (primavera e autunno) quando la portata è media.

Il trasporto solido di fondo segue approssimativamente la relazione di Meyer-Peter e Müller:

$q_s \propto (\theta - \theta_c)^{(3/2)}$

che evidenzia come piccole variazioni dello stress al di sopra della soglia critica producano aumenti rapidi e nonlineari del trasporto sedimentario, con conseguenti cambiamenti morfologici accelerati.

Failure modes identificati e strategie di mitigazione

Il protocollo LAGL+ identifica esplicitamente i possibili punti di criticità operativa (failure modes) che potrebbero interrompere o compromettere la rotta, accompagnandoli con strategie di mitigazione storicamente plausibili:

- **FM1 - Barre di foce mutevoli**: la configurazione dei canali navigabili attraverso la barra di foce poteva cambiare dopo ogni piena significativa, rendendo obsolete le conoscenze precedenti. Mitigazione: necessità di pilotaggio locale aggiornato da parte di esperti residenti (piloti di foce), sfruttamento delle finestre di marea per aumentare temporaneamente i tiranti, eventuale manutenzione di canali di servizio

artificiali scavati attraverso la barra.

- FM2 - Magre estive prolungate: durante i mesi estivi (giugno-settembre) il fiume poteva ridursi a rivoli non navigabili per settimane o mesi consecutivi. Mitigazione: pianificazione di un calendario commerciale stagionale che concentrasse i traffici nei periodi favorevoli, possibilità di trasbordo delle merci su mezzi terrestri per il tratto finale, utilizzo di rotte alternative (via Appia terrestre).
- FM3 - Piene improvvise: le piene torrentizie invernali potevano insorgere rapidamente e con violenza, mettendo in pericolo imbarcazioni e carico. Mitigazione: sospensione della navigazione durante la stagione delle piogge intense, creazione di rifugi fluviali in anse protette dove le imbarcazioni potevano essere messe in sicurezza, sistemi di allerta basati su osservazione meteorologica empirica.
- FM4 - Avulsioni del medio corso: l'abbandono di un ramo fluviale e l'attivazione di un nuovo percorso (avulsione) poteva modificare radicalmente la geografia della rotta. Mitigazione: aggiornamento periodico della segmentazione operativa della rotta, ricalcolo dei fattori di sinuosità in base alle nuove configurazioni morfologiche, adattamento delle infrastrutture portuali.
- FM5 - Vegetazione ripariale e deposito ghiaioso: l'accumulo di tronchi trasportati dalla corrente e la crescita di vegetazione acquatica potevano ostruire i canali preferenziali. Mitigazione: manutenzione periodica con rimozione degli ostacoli, selezione empirica dei canali attivi più favorevoli alla navigazione.

Applicazione operativa del protocollo LAGL+ al passo di Strabone

Conversione metrica e definizione delle bande di plausibilità

Il dato straboniano fondamentale di 400 stadi da Bari alla foce dell'Ofanto, convertito utilizzando il range riconosciuto di variabilità dello stadio antico $s \in [177, 209]$ m, produce una fascia di plausibilità metrica $D_S_1 \in [65{,}94 - 81{,}40]$ km. Questa banda riflette non solo l'incertezza sulla lunghezza precisa dello stadio utilizzato da Strabone (o dalla sua fonte Artemidoro), ma anche la possibile variabilità nelle modalità di misurazione antiche e le approssimazioni inevitabili nei processi di arrotondamento dei dati.

La verifica con percorsi moderni è illuminante: la distanza stradale contemporanea lungo la SS16 Adriatica da Bari a Margherita di Savoia (località Contrada Fiumara, in prossimità dell'attuale foce dell'Ofanto) risulta di circa 70 km, corrispondente a 378 stadi con lo stadio di riferimento s = 185 m. Lo scarto rispetto ai 400 stadi dichiarati da Strabone ammonta quindi a soli 22 stadi, circa 4 km, valore minimo e pienamente compatibile con le oscillazioni tipiche delle fonti antiche dovute a: variabilità dei punti esatti di partenza e arrivo (quale porto di Bari? quale punto preciso della foce?), retrogradazioni storiche della linea di costa che hanno modificato la distanza effettiva mare-terra, arrotondamenti numerici nelle trascrizioni successive del testo, possibili variazioni del tracciato stradale costiero nel corso dei secoli.

Particolarmente significativo è il confronto con la rotta nautica costiera adriatica: seguendo la linea di costa con navigazione di cabotaggio, evitando di tagliare le insenature ma seguendo le sinuosità naturali del litorale, si ottengono valori di distanza perfettamente congruenti con i 400 stadi e probabilmente più rappresentativi della pratica navigazionale antica, che tendeva a mantenersi sempre a vista di costa per ragioni di sicurezza e di orientamento. Questa convergenza suggerisce che il dato straboniano potrebbe riflettere una tradizione consolidata di portolani o peripli costieri, trasmessa attraverso generazioni di

navigatori e poi fissata per iscritto da Artemidoro.

Il dato dei 90 stadi fluviali si rivela più delicato e denso di implicazioni topografiche. Con lo stadio di riferimento di 185 m, si ottiene una lunghezza di baseline di 16,65 km. La fascia di plausibilità complessiva, considerando l'intero range di variabilità $s \in [177, 209]$ m, risulta [15,93 - 18,81] km misurati lungo il talweg fluviale effettivo. È cruciale sottolineare che questa misura va intesa come rotta operativa lungo il percorso sinuoso del fiume, non come distanza in linea d'aria che collegherebbe direttamente la foce con l'emporio: quest'ultima interpretazione sarebbe incompatibile con la semantica di ἀνάπλους e produrrebbe localizzazioni implausibili dell'emporio troppo vicine alla costa.

Ricostruzione GIS del talweg fluviale

La ricostruzione precisa del percorso fluviale antico è stata condotta interamente in ambiente GIS (Geographic Information System), utilizzando il sistema di riferimento metrico EPSG:32633 (UTM zona 33N, WGS84), che garantisce misurazioni lineari accurate senza le distorsioni angolari tipiche delle proiezioni geografiche non metriche. La scelta di un sistema di riferimento metrico è fondamentale per ottenere lunghezze misurate direttamente in metri lungo il percorso curvo, evitando conversioni intermedie che accumulerebbero errori.

La foce storica presunta, collocata in base alle evidenze geomorfologiche nell'area di Salinis più a nord dell'attuale sbocco, è stata definita in coordinate geografiche WGS84 (lat 41.3666667°N, lon 16.1666667°E) e successivamente proiettata ortogonalmente sulla polilinea digitale del fiume per identificare il punto di origine della misurazione. Questo punto, definito come origine s_0 = 0,0 m della coordinata curvilinea lungo il talweg, presenta uno shift (spostamento) rispetto alla foce attuale di Δs = 115,1 m. Questo valore relativamente modesto documenta variazioni locali della foce su scala di poche decine di metri, variazioni che sono normali per un estuario mobile ma che non alterano sostanzialmente la geometria complessiva del basso corso.

La polilinea digitale del basso corso dell'Ofanto è stata derivata dalla base dati cartografica OpenStreetMap (OSM), scelta per la sua disponibilità, aggiornamento continuo e sufficiente accuratezza per analisi a scale 1:25.000-1:50.000. La polilinea originale, tuttavia, presentava segmenti eccessivamente lunghi tra vertici consecutivi (fino a diverse centinaia di metri), insufficienti per una misurazione precisa di lunghezze curvilinee. Si è quindi proceduto a una densificazione sistematica con inserimento di vertici interpolati ogni 50 m o meno, operazione che ha trasformato la linea originale in una rappresentazione molto più fedele della sinuosità effettiva del corso d'acqua. Questa operazione di densificazione è cruciale: senza di essa, gli algoritmi di snap (aggancio di punti a linee) e di interpolazione lungo la coordinata curvilinea s rischiano di produrre errori sistematici di decine di metri, introducendo imprecisioni inaccettabili.

Sono stati eseguiti accurati controlli topologici automatizzati per eliminare: gap (interruzioni della linea che impediscono la continuità della misurazione), self-intersections (auto-intersezioni spurie dovute a errori di digitalizzazione), segmenti duplicati che creerebbero ambiguità nella definizione del percorso. Solo dopo aver superato questi controlli di qualità la polilinea è stata accettata come base operativa affidabile per le misurazioni successive.

La progressione della coordinata curvilinea s lungo il talweg è stata validata mediante l'inserimento di marker (punti di controllo) interpolati a distanze fisse di 5, 10, 15 e 20 km dall'origine, verificando per ciascuno di essi: la continuità del ramo principale (assenza di diramazioni che potrebbero creare ambiguità), la coerenza geometrica (assenza di bruschi cambiamenti di direzione non giustificati dalla morfologia reale), la corrispondenza con elementi topografici noti (ponti, confluenze, località citate in cartografia storica).

Il punto target, corrispondente ai 90 stadi dalla foce, è stato estratto alla posizione s_0 + 16.650 m lungo la coordinata curvilinea. Le sue coordinate geografiche risultano 41°17'24"N, 16°07'57"E, posizione che cade nel tratto di medio-basso corso dell'Ofanto in prossimità dell'area archeologica di Canne della Battaglia. La distanza rettilinea (in linea d'aria) tra il punto di origine alla foce e questo punto target è stata calcolata come 9,05 km, valore significativamente inferiore alla lunghezza effettiva di 16,65 km misurata lungo il talweg. Il rapporto tra questi due valori produce un indice di sinuosità S = 16,65 / 9,05 ≈ 1,84, che quantifica la marcata meandratura del basso corso: per ogni chilometro di avanzamento in linea retta verso l'interno, il fiume percorre effettivamente 1,84 km con le sue anse e i suoi meandri.

Verifica idraulica della navigabilità

Con i parametri idraulici orientativi precedentemente definiti (coefficiente di scabrezza n ≈ 0,040, raggio idraulico R ≈ 1,0 m, pendenza di fondo S ≈ 1,5‰ = 0,0015), l'applicazione della formula di Manning restituisce una velocità media della corrente in condizioni di portata media pari a:

v = (1/0,040) × (1,0)^(2/3) × (0,0015)^(1/2) ≈ 25 × 1,0 × 0,0387 ≈ 0,97 m/s

Questa velocità, circa 1 m/s, rappresenta un valore al limite della navigabilità controcorrente con imbarcazioni leggere a remi o pertiche. La risalita di un tratto di 16-19 km (corrispondente alla banda di plausibilità dei 90 stadi) a questa velocità relativa rispetto all'acqua richiederebbe, in condizioni ideali senza soste, circa 4,6-6,2 ore di navigazione attiva continua. Questo tempo è perfettamente compatibile con una giornata lavorativa di navigazione fluviale: partenza all'alba, arrivo nel pomeriggio, con possibili soste intermedie per riposo dell'equipaggio o per attraversamento di tratti particolarmente critici.

Il parametro di Shields, calcolato con i valori tipici per il basso corso dell'Ofanto (densità dell'acqua ρ = 1000 kg/m³, densità dei sedimenti ρ_s = 2650 kg/m³, raggio idraulico R = 1,0 m, pendenza S = 0,0015, diametro mediano dei sedimenti d_{50} = 0,025 m), risulta:

τ = ρ × g × R × S = 1000 × 9,81 × 1,0 × 0,0015 = 14,715 Pa

θ = 14,715 / ((2650−1000) × 9,81 × 0,025) = 14,715 / 40,491 ≈ 0,036

Questo valore di θ ≈ 0,036 si colloca esattamente nell'intorno della soglia critica θ_c ≈ 0,03-0,06 per ghiaie fini, confermando la condizione di equilibrio dinamico instabile: i sedimenti sono al limite della mobilità, e piccole variazioni di portata possono innescare o sospendere il trasporto, modificando rapidamente le condizioni morfologiche locali. Questa situazione conferma pienamente la navigabilità stagionale e intermittente: solo in specifiche finestre di portata media (primavera, autunno) il sistema fluviale soddisfaceva simultaneamente i tre requisiti fondamentali di tirante sufficiente, velocità manovrabile e stabilità morfologica accettabile.

Il problema critico della retrogradazione deltizia

La verifica operativa finale lungo talweg rivela un elemento di tensione interpretativa che richiede attenta considerazione: la risalita di esattamente 16.650 m (90 stadi con s=185 m) dalla posizione della foce attuale conduce a un punto del fiume situato circa 2 km a monte rispetto alla proiezione ortogonale dell'area archeologica centrale di Canne della Battaglia sul talweg fluviale. Questa discrepanza di 2000 metri lineari, pur non essendo enorme, non è neppure trascurabile e introduce una tensione tra il dato metrico itinerario antico (perfettamente chiuso a 90 stadi) e la localizzazione archeologica consolidata di Canne, che

risulterebbe più vicina alla foce di quanto i 90 stadi suggeriscano.

Questo scarto apparente può essere risolto in modo coerente e geologicamente fondato considerando la retrogradazione storica della cuspide deltizia precedentemente discussa. Se si assume, sulla base delle evidenze geomorfologiche convergenti, che la foce antica fosse effettivamente più avanzata verso mare di circa 2 km rispetto all'attuale (ipotesi perfettamente coerente con la dinamica di retrogradazione deltizia documentata e con la presenza di una cuspide deltaica progradante in età premoderna), allora la risalita di 90 stadi da questa foce antica più avanzata si allinea perfettamente con l'area archeologica di Canne, eliminando lo scarto residuo.

Le simulazioni condotte per verificare paleofoci alternative spostate lateralmente verso nord (mantenendo la stessa distanza dal mare ma variando la posizione lungo la costa) non migliorano invece la congruenza metrica, producendo anzi scarti maggiori: la Palefoce Nord B genera uno scarto di +770 m rispetto alla posizione ottimale, mentre la Palefoce Nord C produce un errore di +1400 m. Questi risultati negativi confermano che non è lo spostamento laterale lungo la costa ad essere rilevante, ma la retrogradazione longitudinale della cuspide deltizia, cioè l'arretramento progressivo della linea di costa verso terraferma.

Solo la retrogradazione longitudinale della cuspide, con arretramento complessivo della shoreline di circa 1-2 km dal periodo romano ad oggi, consente di spiegare simultaneamente: la perfetta chiusura metrica del dato straboniano (90 stadi = 16,65 km lungo talweg), la collocazione archeologica di Canne come nodo commerciale fluviale, le evidenze geomorfologiche di erosione costiera accelerata documentate nel corso del XX secolo. Questa convergenza di linee di evidenza indipendenti (metrica itineraria, archeologia, geomorfologia) restituisce piena coerenza e plausibilità al dato straboniano interpretato secondo il protocollo LAGL+.

L'emporio dei Canosini: evidenze archeologiche, topografiche e interpretazione funzionale

Il corridoio strategico Canosa-Canne e il sistema insediativo della valle

Il sistema insediativo del medio e basso corso dell'Ofanto, ricostruibile attraverso ricognizioni archeologiche sistematiche, scavi programmati e rinvenimenti occasionali accumulati nel corso di oltre un secolo di ricerche, mostra una stratificazione densa e continua di siti e infrastrutture che delineano un asse commerciale, militare e di controllo territoriale perfettamente integrato. Due nuclei urbani emergono con particolare evidenza e complementarità funzionale: Canosa di Puglia (l'antica Canusium) e Canne della Battaglia (l'antica Cannae).

Canosa di Pugliasorge su una serie di rilievi collinari di natura calcarea compresi tra 50 e 150 m s.l.m., a circa 3 km dalla sponda destra dell'Ofanto e circa 20 km dalla costa adriatica in linea d'aria. La città controllava in età romana il ponte monumentale sull'Ofanto, nodo viario assolutamente fondamentale per la connessione tra l'interno appenninico (Irpinia, Sannio) e il litorale adriatico. Questo ponte, di cui restano imponenti vestigia e che è documentato da numerose fonti epigrafiche e letterarie, costituiva il punto di attraversamento obbligato per la via Traiana, l'arteria stradale costruita dall'imperatore Traiano all'inizio del II sec. d.C. come alternativa più breve e diretta alla via Appia per collegare Benevento a Brindisi attraverso la Puglia settentrionale.

La posizione strategica di Canosa sulla destra idrografica dell'Ofanto, in posizione dominante e facilmente difendibile ma con accesso agevole alla valle fluviale, spiega

perfettamente la continuità insediativa documentata archeologicamente dal periodo preprotostorico (età del Bronzo) attraverso tutte le fasi della Daunia preromana (IX-III sec. a.C.) fino all'età storica romana e tardoantica. La città rappresentava un centro redistributivo di primaria importanza, collegato alla rete di insediamenti rurali della valle attraverso percorsi minori e piste tratturali. Le fonti itinerarie romane (Itinerarium Antonini, Itinerarium Burdigalense, Tabula Peutingeriana) confermano unanimemente la centralità di Canusium nel sistema viario della regio II Apulia et Calabria, con indicazione precisa delle distanze dalle stazioni precedenti e successive lungo la via Traiana.

L'importanza economica di Canosa in età romana è attestata dalla produzione ceramica di altissima qualità (ceramica a vernice nera, ceramica sigillata, successivamente ceramica invetriata), dalla lavorazione della lana (Canusium era celebre per i suoi tessuti lanosi di lusso, i birri canusini menzionati da Marziale e altri autori), dalla produzione agricola intensiva (grano, olio, vino) e dal ruolo di nodo commerciale per il retroterra. Le iscrizioni funerarie documentano la presenza di ricchi mercatores, negotiatores, naviculariі (armatori), corporazioni professionali, evidenziando una società urbana articolata e prospera.

Canne della Battagliarappresenta invece un nodo archeologico di straordinaria importanza storica e topografica. Collocata su un rilievo naturale di forma allungata che domina la valle dell'Ofanto da un'altezza di circa 120 m s.l.m., a circa 1 km dalla sponda destra del fiume nel suo tracciato attuale e circa 15 km dalla costa in linea d'aria, Canne controllava direttamente il guado fluviale sottostante e costituiva un punto di transito praticamente obbligato per chiunque volesse attraversare la valle lungo direttrici nord-sud o risalire/discendere la valle stessa lungo direttrici est-ovest. La celeberrima battaglia del 2 agosto 216 a.C., in cui Annibale annientò l'esercito consolare romano comandato da Paolo Emilio e Terenzio Varrone (circa 50.000-70.000 morti romani secondo le fonti antiche, probabilmente esagerate ma comunque indicative di una catastrofe militare senza precedenti), si svolse proprio in questa pianura alluvionale ai piedi del rilievo, sfruttando le caratteristiche topografiche del sito.

Le indagini archeologiche sistematiche condotte a Canne a partire dagli anni '50 del XX secolo hanno evidenziato: un sistema di fortificazioni con mura in opera quadrata di età ellenistica (IV-III sec. a.C.), aree abitative con case a pianta articolata, necropoli con tombe a camera di tradizione daunia, materiali ceramici di importazione greca e magnogreca che attestano contatti commerciali a lungo raggio, un probabile santuario extraurbano dedicato a una divinità femminile legata alla fertilità e alla protezione dei raccolti. La continuità insediativa attestata archeologicamente dall'età protostorica (insediamento dauno arcaico) fino all'epoca romana (presenza di materiali di età repubblicana e imperiale, anche se con apparente riduzione dell'importanza del sito dopo la battaglia) conferma che Canne non era solo un campo di battaglia occasionale, ma un vero centro abitato stabile con funzioni economiche, militari e religiose.

La posizione di Canne in corrispondenza della fascia metrica dei 90 stadi dalla foce (considerando la retrogradazione deltizia precedentemente discussa) rafforza enormemente la plausibilità della sua identificazione con l'emporio dei Canosini o, più precisamente, con il punto di approdo fluviale da cui le merci venivano redistribuite verso Canosa e verso l'interno. La complementarità funzionale tra Canosa (ponte romano, nodo urbano principale, centro artigianale e commerciale, sede amministrativa) e Canne (guado fluviale, fortificazioni di controllo della valle, nodo commerciale di interfaccia tra navigazione fluviale e trasporto terrestre) definisce il corridoio dell'Ofanto come un sistema integrato di transito, scambio e controllo territoriale, perfettamente coerente con le logiche dell'economia antica basata su reti multimodali di trasporto.

La proposta alternativa di Toppicelli: valutazione critica

Francesco Giuseppe Lo Porto, archeologo della Soprintendenza pugliese attivo negli anni '60 -'80, seguito in tempi più recenti da Angelo Bottini, ha proposto di localizzare l'emporio straboniano nella zona di Toppicelli, località rurale situata a pochi chilometri a nord-ovest del centro urbano di Canosa, dove scavi archeologici hanno effettivamente rinvenuto una necropoli con tombe di varie tipologie, un ceramico (area di produzione ceramica) con forni e scarichi di materiali di scarto, e vari edifici di funzione artigianale o residenziale. Questa proposta si basa sull'evidenza concreta di attività produttiva e commerciale intensa nell'area, che certamente faceva parte del territorio economico di Canusium.

Tuttavia, come osserva criticamente Volpe nella sua analisi del 1990, le strutture scavate da Lo Porto a Toppicelli sono datate archeologicamente all'età arcaica (VII-VI sec. a.C.) e alla prima età classica (V-IV sec. a.C.), mentre tra la fine del IV e il III secolo a.C. una necropoli occupa la zona, segnalando probabilmente un cambiamento funzionale dell'area da produttiva a funeraria. Mancano invece strutture più recenti del III secolo a.C., che sarebbero coeve o di poco successive alla notizia di Artemidoro (II-I sec. a.C.) e di Strabone (età augustea-tiberiana, inizio I sec. d.C.). Questo iato cronologico solleva dubbi sulla continuità funzionale del sito come emporio commerciale attivo proprio nel periodo in cui Strabone lo descrive.

Inoltre, la distanza di Toppicelli dalla foce dell'Ofanto, anche considerando le variazioni storiche della posizione della foce, supera ampiamente i 90 stadi misurati lungo qualunque percorso plausibile (sia fluviale sia terrestre), rendendo estremamente problematica la corrispondenza metrica con il dato straboniano. Per far coincidere Toppicelli con l'emporio bisognerebbe ipotizzare o un errore molto grossolano nella trasmissione del testo di Strabone (cosa possibile ma metodologicamente da evitare se esistono interpretazioni alternative più economiche) o una modalità di misurazione completamente diversa da quella che il testo suggerisce con il termine tecnico ἁνάπλους.

L'interpretazione più parsimoniosa e coerente con tutti i dati disponibili è che Toppicelli fosse effettivamente un'area produttiva e commerciale importante del territorio di Canosa in età arcaica e classica, ma che l'emporio fluviale descritto da Strabone fosse localizzato più a valle, in corrispondenza del punto di interfaccia naturale tra navigazione fluviale e rete viaria terrestre, cioè nell'area di Canne o nelle sue immediate vicinanze.

L'emporio come nodo μεσόγειον: semantica e funzione

La formulazione stessa del passo straboniano è semanticamente significativa e merita un'analisi attenta: il geografo parla esplicitamente di "emporio dei Canosini"(τὸ ἐμπόριον τῶν Κανυσιτῶν) senza citare mai un centro abitato specifico come Canne o Canosa stessa. Questo dettaglio letterario, che potrebbe sembrare irrilevante, lascia invece intendere che l'infrastruttura economica descritta si trovasse fisicamente a ridosso del fiume, come nodo funzionale specializzato di carico, scarico e smistamento delle merci, piuttosto che coincidere con un centro urbano vero e proprio dotato di mura, edifici pubblici, quartieri abitativi articolati.

La distinzione terminologica greca tra ἐπίνειον (porto marittimo di foce, struttura portuale stabile con banchine, magazzini, accesso diretto al mare aperto) ed ἐμπόριον (emporio commerciale interno, nodo di scambio che può trovarsi anche lontano dalla costa) è ben attestata nella letteratura geografica ed economica antica. Dionigi di Alicarnasso (I sec. a.C. - I sec. d.C.) distingue esplicitamente empori παραθαλάττια (costieri, situati sulla linea di costa con accesso diretto al mare) e μεσόγεια (interni, situati nell'entroterra e raggiungibili via terra o via fiume), sottolineando come avessero funzioni economiche parzialmente

diverse e servissero reti commerciali complementari.

Nel caso specifico del passo straboniano sull'Ofanto, Salapia (città costiera situata pochi chilometri a nord-ovest della foce dell'Ofanto, nell'area dell'attuale Trinitapoli-Margherita di Savoia) è esplicitamente definita come ἐπίνειον degli Argyrippini (cioè degli abitanti di Arpi/Argyrippa, importante centro dauno dell'interno), indicando un porto costiero stabile accessibile tutto l'anno via mare e collegato alla città madre da una strada terrestre. L'emporio dei Canosini è invece descritto come punto raggiungibile solo con ἀνάπλους, cioè con risalita fluviale controcorrente soggetta necessariamente a condizioni stagionali favorevoli (portata adeguata, assenza di piene).

Questa semantica differenziale rafforza decisamente l'interpretazione di Canne come nodo commerciale fluviale di tipo μεσόγειον: un punto strategico di interfaccia tra la navigazione interna lungo l'Ofanto e la rete viaria terrestre (guado del fiume, connessione con la via per Canosa, con la via Appia più a sud, con le piste tratturali verso il Tavoliere), dove le merci potevano essere trasbordate da imbarcazioni fluviali a carri o animali da soma e viceversa, e redistribuite secondo le destinazioni finali. La funzione emporiale non dipendeva necessariamente dalla presenza di grandi strutture urbane monumentali (che infatti non sono attestate archeologicamente a Canne in proporzioni paragonabili a Canosa), ma dalla posizione geografica strategica sul fiume, dalla presenza del guado che garantiva l'attraversamento anche quando la navigazione non era praticabile, e dalla connessione facilitata con le vie di comunicazione terrestri che penetravano nell'interno agricolo della Daunia.

Gli emporia fluviali interni erano caratteristiche tipiche delle economie antiche basate su reti di trasporto multimodali, in cui i fiumi navigabili (anche se solo stagionalmente) fungevano da arterie di penetrazione verso l'interno a costi di trasporto molto inferiori rispetto al trasporto terrestre, particolarmente per merci ponderos

e o voluminose (cereali, anfore vinarie e olearie, legname, pietra da costruzione). Il trasbordo tra via fluviale e via terrestre avveniva necessariamente in nodi specializzati dotati di spazi aperti per lo stoccaggio temporaneo, di personale addetto alle operazioni di carico/scarico, di strutture di controllo fiscale per la riscossione di eventuali pedaggi o dazi.

Condizioni di navigabilità e calendario operativo

Regime idrologico e finestre stagionali di operatività

L'Ofanto presenta, come ripetutamente sottolineato, un regime torrentizio estremo tipico dei corsi d'acqua appenninici mediterranei. Le piene invernali, concentrate principalmente tra novembre e marzo con picchi massimi generalmente in gennaio-febbraio in coincidenza con le precipitazioni più intense, possono raggiungere portate istantanee superiori a 500 m³/s (in casi eccezionali documentati storicamente anche 700-800 m³/s) con velocità di corrente che superano abbondantemente i 3 m/s nei tratti più ristretti. Queste condizioni sono assolutamente incompatibili con qualsiasi forma di navigazione controcorrente: la velocità eccessiva renderebbe impossibile la propulsione con remi o pertiche, il trasporto solido intenso creerebbe un alveo estremamente instabile con barre mobili e rischio di incagliamenti o rovesciamenti, la torbidità estrema impedirebbe di vedere ostacoli sommersi, e il rischio di piene improvvise (tempi di risposta del bacino dell'ordine di poche ore) metterebbe in grave pericolo equipaggi e carichi.

Le magre estive, da maggio a settembre con minimo assoluto generalmente in agosto, riducono drasticamente la portata a valori spesso inferiori a 2-5 m³/s, con tratti di alveo completamente asciutti o ridotti a pozze isolate collegate da rivoli di pochi centimetri di

profondità. In queste condizioni, ampiamente documentate dalle descrizioni di Polibio (III 107-113) e Livio (XXII 43-49) relative alla battaglia di Canne del 2 agosto 216 a.C., il fiume diventa facilmente guadabile a piedi anche da parte di soldati appesantiti da armature e equipaggiamento, dimostrando tiranti insufficienti per qualsiasi imbarcazione anche di piccolo pescaggio.

Le finestre operative per la navigazione si collocano dunque necessariamente nelle stagioni intermedie di transizione: aprile-maggio (primavera) e settembre-ottobre (autunno), quando la portata media si attesta indicativamente su valori compresi tra $Q \approx 15\text{-}40\ m^3/s$. Solo in queste condizioni di portata intermedia il sistema fluviale soddisfa simultaneamente i tre criteri fondamentali del protocollo θ_nav:

1. **Tirante sufficiente**: $T \geq 0{,}5\text{-}0{,}8$ m, garantendo pescaggio sicuro per imbarcazioni leggere a fondo piatto con carico moderato
2. **Velocità manovrabile**: $v \leq 1{,}2$ m/s, permettendo la propulsione controcorrente con sforzo sostenibile per equipaggi addestrati
3. **Stabilità morfologica**: $\theta \approx \theta_c$, con sedimenti al limite della mobilità ma senza trasporto massiccio che modificherebbe rapidamente la geometria dell'alveo

Questa stagionalità della navigabilità ha implicazioni economiche e organizzative fondamentali: il trasporto fluviale non poteva essere continuo e affidabile tutto l'anno come una strada terrestre, ma doveva essere pianificato in anticipo sfruttando le finestre favorevoli. I mercanti e gli armatori dovevano coordinare l'arrivo delle merci alla costa con i periodi di navigabilità del fiume, accumulare eventualmente le merci in magazzini costieri durante i periodi di interruzione, disporre di alternative terrestri per i periodi di emergenza o per le merci più urgenti e di alto valore.

Tecniche nautiche di risalita controcorrente

La risalita controcorrente di un fiume come l'Ofanto richiedeva tecniche specifiche e imbarcazioni specializzate, ben documentate da fonti letterarie, iconografiche ed etnografiche relative ad altri contesti fluviali del mondo antico. Le imbarcazioni dovevano necessariamente essere leggere, per ridurre il pescaggio e lo sforzo di propulsione, e a fondo piatto, per navigare in acque basse evitando incagliamenti su fondali irregolari. I materiali di costruzione potevano includere legno locale (pioppo, salice) per lo scafo, giunco o canapa per corde e vele, bitume o pece per l'impermeabilizzazione delle connessioni tra le tavole.

Le modalità di propulsione documentate per la risalita fluviale in acque moderate includevano:

- **Remi**: efficaci soprattutto in tratti rettilinei con corrente moderata ($v < 0{,}8$ m/s), richiedevano equipaggi addestrati capaci di mantenere ritmo sincronizzato per ore. Sistemi di voga a sedile fisso con scalmi laterali, simili a quelli rappresentati in numerose fonti iconografiche romane.
- **Pertiche**: spingendo verticalmente sul fondo dell'alveo, tecnica particolarmente efficace in tratti poco profondi con fondo stabile (ghiaioso o sabbioso compatto). L'operatore si posizionava a prua o a poppa, affondava la pertica verticalmente fino al contatto con il fondo, e camminava lungo la barca spingendo all'indietro per imprimere movimento in avanti. Questa tecnica richiedeva tiranti moderati (0,5-2 m) e non era utilizzabile su fondali fangosi molli dove la pertica affondava senza dare appoggio solido.

- Alaggio (trazione da riva): mediante funi robuste attaccate all'imbarcazione e tirate da uomini o animali da tiro (buoi, muli) che camminavano lungo alzaie naturali o artificiali sulla riva del fiume. Questa tecnica, ampiamente documentata per fiumi europei (Po, Rodano, Reno, Danubio) in età romana e medievale, era particolarmente efficace per carichi pesanti e permetteva di superare correnti anche sostenute. Richiedeva però la presenza di sponde accessibili e relativamente sgombre da vegetazione densa, e poteva essere ostacolata da anse troppo strette o da sponde rocciose verticali.

Il tempo di percorrenza stimato dal protocollo LAGL+ (4,6-6,2 ore per 16-19 km) è perfettamente compatibile con una giornata di navigazione attiva intensa: partenza all'alba (prima luce, circa ore 6 in primavera/autunno), navigazione continua con brevi pause per cambio equipaggio ai remi o riposizionamento delle pertiche, arrivo nel pomeriggio inoltrato (ore 12-14), eventuale pernottamento presso l'emporio per scaricare le merci il giorno successivo. La discesa a valle con la corrente richiedeva invece tempi molto inferiori (stimate 2-3 ore), rendendo possibile in condizioni ottimali un viaggio di andata e ritorno nell'arco di due giorni.

Confronti etnografici e storici con altri sistemi fluviali

La navigazione fluviale stagionale su corsi d'acqua torrentizi non è un fenomeno isolato dell'Ofanto, ma una pratica ampiamente documentata in numerosi altri contesti mediterranei ed europei che forniscono termini di confronto illuminanti. Il Po, principale fiume italiano per portata e lunghezza, era navigabile in età romana lungo gran parte del suo corso ma con modalità e limitazioni stagionali ben precise: i rami deltizi potevano essere percorsi tutto l'anno, mentre il corso medio-alto presentava problemi di magra estiva e di piene primaverili con trasporto di tronchi e detriti pericolosi per la navigazione.

Il Tevere, via di comunicazione fondamentale tra Roma e il mare, era navigabile fino a Roma stessa da imbarcazioni marittime di medio tonnellaggio durante la maggior parte dell'anno, ma presentava criticità durante le piene invernali (quando il fiume "scorreva giallo di fango"secondo le descrizioni di Orazio e altri autori) e durante le magre estive, quando barre sabbiose potevano ostruire parzialmente il canale navigabile. I navi caudicariae (chiatte specializzate per il trasporto di merci sul Tevere) utilizzavano tecniche di alaggio da riva per la risalita controcorrente, con squadre di buoi o bufali che trainavano le imbarcazioni lungo alzaie attrezzate.

L'Arno in Toscana, corso d'acqua di dimensioni e regime idrologico comparabili all'Ofanto, era navigabile dall'estuario fino a Pisa e, con maggiori difficoltà, fino a Firenze, ma solo in stagioni favorevoli. I portolani medievali e moderni registrano sistematicamente i periodi di navigabilità ottimale (marzo-maggio, settembre-novembre) e i punti critici che richiedevano particolare attenzione (guadi, rapide locali dove la pendenza aumentava bruscamente, strozzature dell'alveo tra sponde rocciose).

In Puglia stessa, anche altri fiumi minori presentavano caratteristiche simili all'Ofanto: il Cervaro (antico Cerbalus), che sfocia nel Golfo di Manfredonia, e il Carapelle avevano regime torrentizio con navigabilità intermittente, utilizzati principalmente per il trasporto di cereali, legname, sale e prodotti artigianali tra l'interno del Tavoliere e la costa adriatica. Le fonti medievali menzionano approdi e stazioni di trasbordo lungo questi fiumi, confermando la persistenza di pratiche di navigazione fluviale anche in epoca post-classica.

La logica emporiale descritta da Strabone per l'Ofanto si inserisce dunque perfettamente in un sistema economico regionale e interregionale ben attestato, in cui i fiumi torrentizi, pur con tutte le loro limitazioni e discontinuità, svolgevano un ruolo insostituibile nel ridurre i

costi di trasporto tra costa e retroterra, particolarmente per merci pondero che come cereali, vino e olio, che costituivano la base dell'economia agricola mediterranea.

Cronologia e fonti: dalla tradizione ellenistica alla realtà romana

Artemidoro di Efeso e la tradizione geografica ellenistica

La finestra cronologica della testimonianza straboniana va inquadrata in un arco temporale ampio che abbraccia più generazioni di geografi e viaggiatori. Artemidoro di Efeso, attivo nel II-I secolo a.C. (probabilmente tra il 104 e l'80 a.C. circa), è riconosciuto unanimemente dagli studiosi moderni come la probabile fonte diretta o indiretta di Strabone per la descrizione delle coste adriatiche della Puglia. Artemidoro aveva compiuto personalmente estesi viaggi nel Mediterraneo occidentale e orientale, raccogliendo informazioni geografiche, etnografiche ed economiche di prima mano che confluirono nella sua opera perduta Γεωγραφούμενα (Geografia), in almeno undici libri.

L'opera di Artemidoro era celebre nell'antichità per la precisione quasi ossessiva delle misure costiere, espresse in stadi con indicazione delle distanze tra porti, promontori, foci fluviali ed altri punti di riferimento per la navigazione. Strabone stesso cita Artemidoro numerose volte, spesso lodandone l'accuratezza ma anche occasionalmente criticandone errori o imprecisioni quando disponeva di fonti alternative. Per le coste dell'Italia meridionale, dove Strabone non sembra aver viaggiato personalmente (la sua esperienza diretta si limitava probabilmente alla Campania), Artemidoro costituiva probabilmente la fonte principale, integrata eventualmente con altri peripli e portolani ellenistici ora perduti.

La tradizione ellenistica delle rotte e degli emporia adriatici, di cui Artemidoro era l'esponente più autorevole, rifletteva l'esperienza pratica di generazioni di navigatori, mercanti e piloti greci, magnogreci e romani che avevano percorso sistematicamente queste acque per commercio, colonizzazione, operazioni militari. Le misure non derivavano da rilevamenti geodetici sistematici con strumenti di precisione (che l'antichità non possedeva), ma da stime empiriche basate su tempi di navigazione, numero di remigii, punti di riferimento visivi, informazioni raccolte presso piloti locali. Questa natura empirica delle misure spiega sia la loro generale affidabilità (basata su esperienza reale e replicata) sia le inevitabili approssimazioni e variabilità che

osserviamo confrontando fonti diverse.

Strabone e la rielaborazione augustea

Strabone di Amasea (circa 64 a.C. - 24 d.C.), geografo e storico greco originario del Ponto ma formatosi ad Alessandria e Roma, compose la sua monumentale Geografia in diciassette libri durante l'età augustea e i primi anni dell'età tiberiana, probabilmente completandola poco prima della sua morte. L'opera rappresenta un tentativo ambizioso di sintesi di tutta la conoscenza geografica del mondo abitato (οἰκουμένη) disponibile al suo tempo, integrando fonti ellenistiche precedenti con aggiornamenti relativi all'espansione romana, alle nuove province, alle trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali dell'impero.

Per l'Italia meridionale, Strabone rielabora chiaramente Artemidoro ma integra la descrizione con dati più recenti relativi alla colonizzazione augustea (fondazione di colonie veterane), alla riorganizzazione amministrativa delle regioni italiche, alle grandi opere pubbliche (strade, acquedotti, porti). La descrizione dell'emporio dei Canosini riflette dunque probabilmente una condizione operativa attestata in un periodo ampio, dal II secolo a.C. (epoca di

Artemidoro) al I secolo d.C. (epoca di Strabone), corrispondente alla fase di massima espansione e integrazione della rete commerciale romana in Adriatico e alla piena integrazione economica della Puglia nel sistema imperiale.

È importante sottolineare che Strabone scrive quando Canosa è ancora una città fiorente e importante (raggiungerà il suo massimo splendore nel II-III sec. d.C.), quando la via Appia e poi la via Traiana garantiscono collegamenti terrestri efficienti ma il trasporto fluviale conserva ancora un ruolo complementare significativo per merci ponderos, e quando il sistema economico romano-italico è nel pieno della sua efficienza organizzativa. La testimonianza straboniana non descrive quindi una situazione remota o obsoleta, ma una realtà operativa contemporanea o di poco anteriore al momento della scrittura.

Evoluzione tardoantica e medievale: declino della funzione fluviale

In età tardoantica (IV-VI sec. d.C.) e poi medievale (VII-XV sec.) si assiste a una progressiva riduzione della funzionalità della rotta fluviale dell'Ofanto, documentata sia archeologicamente (abbandono o riduzione delle aree portuali, minore circolazione di merci di importazione) sia attraverso fonti scritte (itinerari tardoantichi e medievali che non menzionano più la navigabilità del fiume). Le cause di questo declino sono probabilmente molteplici e sinergiche:

- Colmata progressiva dell'alveo: riduzione del trasporto solido dovuta a disboscamento e erosione accelerata dei versanti collinari, con conseguente aumento della deposizione di sedimenti fini (limi, argille) nel basso corso che riducevano i tiranti disponibili e facilitavano la formazione di barre stabili difficilmente attraversabili.
- Avulsioni e spostamenti della foce verso sud: la mobilità naturale della foce, non più contrastata da eventuali opere di manutenzione o di canalizzazione che potrebbero essere esistite in età romana, modificava la geometria del tratto terminale allungando potenzialmente la distanza da percorrere e introducendo nuove difficoltà di navigazione.
- Variazioni climatiche: la transizione dall'Optimum Climatico Romano (I sec. a.C. - II sec. d.C., caratterizzato da temperature leggermente superiori alle attuali e regime pluviometrico più regolare) verso condizioni più fresche e instabili in età tardoantica e altomedievale potrebbe aver modificato il regime idrologico del fiume, aumentando la severità e durata delle magre estive e rendendo meno prevedibili le finestre di navigabilità.
- Mutamenti economici e insediativi: lo spostamento delle rotte commerciali principali, il declino dell'agricoltura intensiva di pianura a favore di economie più frammentate e autarchiche, la riduzione della popolazione urbana e della domanda di beni importati riducevano la necessità economica di mantenere attiva e efficiente la rotta fluviale. Il trasporto terrestre, pur più costoso, diventava relativamente più conveniente quando i volumi di merci trasportate diminuivano drasticamente.

Il ruolo urbano di Canosa e, in misura minore, di Canne si mantiene attraverso l'età tardoantica (Canosa diventa sede episcopale importante, con basiliche paleocristiane e catacombe che testimoniano la vitalità della comunità cristiana), ma la dimensione fluviale specifica si attenua progressivamente fino a scomparire dalle fonti. Le cronache medievali e le descrizioni di viaggiatori menzionano l'Ofanto soprattutto come confine territoriale tra signorie feudali diverse (Normanni, Svevi, Angioini) e come risorsa irrigua per mulini e orti, non più come via di comunicazione navigabile. Questa trasformazione funzionale segna la fine della realtà operativa descritta da Strabone, ma paradossalmente ne rafforza il valore

testimoniale: la fonte antica documenta una pratica reale che successivamente è andata perduta, non un'invenzione letteraria o un errore geografico.

Sintesi interpretativa e conclusioni: convergenza multidisciplinare

Il passo di Strabone VI 3, 9 sull'emporio dei Canosini, riletto attraverso l'applicazione rigorosa del protocollo LAGL+ e integrato con evidenze archeologiche, geomorfologiche, idrauliche e filologiche convergenti, restituisce un quadro operativo pienamente coerente, storicamente plausibile e scientificamente verificabile della navigabilità stagionale dell'Ofanto e della funzione commerciale del suo medio-basso corso in età romana.

La rotta descritta si articola in tre momenti operativi distinti, ciascuno con caratteristiche proprie:

1. Percorso costiero (400 stadi, ≈ 65,9-81,4 km): da Bari alla foce dell'Ofanto nell'area di Salinis/Margherita di Savoia, percorribile via terra lungo la via litoranea preromana (poi formalizzata come via Traiana costiera) oppure via mare con cabotaggio costiero adriatico. La convergenza metrica tra il dato straboniano e le distanze reali moderne (≈ 70 km stradali, 378 stadi) conferma l'accuratezza sostanziale della misurazione antica e suggerisce che essa riflettesse una tradizione consolidata di portolani o peripli costieri.
2. Attraversamento della foce (segmento S_2): passaggio attraverso la complessa zona lagunare salmastra con barre mobili e canali variabili, che richiedeva pilotaggio locale esperto, conoscenza aggiornata delle condizioni attuali, e sfruttamento di finestre favorevoli (maree, livelli idrici del fiume, condizioni meteomarine). Questo segmento, relativamente breve in distanza ma critico operativamente, costituiva la porta di accesso al sistema fluviale interno.
3. Risalita fluviale (90 stadi, ≈ 15,93-18,81 km lungo talweg, baseline 16,65 km): navigazione controcorrente vera e propria lungo l'Ofanto, garantita semanticamente dal termine tecnico ἀνάπλους e verificata idraulicamente come praticabile in finestre stagionali (aprile-maggio, settembre-ottobre) con imbarcazioni leggere a remi/pertiche/alaggio. Il punto di arrivo, calcolato con precisione GIS considerando la retrogradazione storica della cuspide deltizia, coincide con l'area archeologica di Canne della Battaglia, confermando l'identificazione del sito come nodo commerciale fluviale.

La distinzione semantica fondamentale tra ἐπίνειον (porto costiero stabile, come Salapia per gli Argyrippini) ed ἐμπόριον μεσόγειον (emporio interno raggiungibile con risalita fluviale stagionale, come l'emporio dei Canosini) spiega perfettamente le diverse caratteristiche operative e funzionali: Salapia era accessibile tutto l'anno via mare e fungeva da porto principale per Arpi, mentre l'emporio sull'Ofanto operava solo in finestre stagionali favorevoli ma permetteva di penetrare più profondamente nell'interno agricolo della Daunia, riducendo drasticamente i costi e i tempi di trasporto terrestre per le merci dirette a Canosa e al retroterra irpino-sannita.

La complementarità funzionale tra Canosa (centro urbano principale, ponte romano sulla via Traiana, nodo amministrativo e redistributivo di primo livello) e Canne (guado fluviale, fortificazioni di controllo della valle, nodo di trasbordo tra via fluviale e vie terrestri) emerge con chiarezza come elemento strutturale del sistema economico territoriale: non si tratta di due realtà alternative o concorrenti, ma di componenti integrate di un unico corridoio commerciale e militare che sfruttava sinergicamente le diverse modalità di trasporto

disponibili (fluviale, terrestre, eventualmente marittimo costiero).

Le evidenze geomorfologiche relative alla retrogradazione della cuspide deltizia (arretramento di circa 1-2 km della linea di costa dal periodo romano ad oggi, accelerato drammaticamente nel XX secolo dalla costruzione delle dighe ma probabilmente già in atto gradualmente nei secoli precedenti) forniscono la chiave interpretativa finale che riconcilia perfettamente il dato metrico straboniano (90 stadi = 16,65 km) con la localizzazione archeologica di Canne: misurando dalla foce antica più avanzata, non da quella attuale arretrata, la risalita di 90 stadi porta esattamente a Canne, chiudendo il cerchio interpretativo. Leggiamo per comparazione questo rapporto scientifico: "The main geomorphological control of the coastline dynamics in the Manfredonia Gulf is the Ofanto River [...] This river carries sediments to the beach, which mainly comprise quartzitic-pyroxenic sands originating from the Apennines and Vulture volcano. The longshore drift spreads these sediments out along the coast. This drift is influenced by the western Adriatic current, whose branch heads to the Ofanto River delta, where the current splits in two branches, one descending towards the SE and one ascending towards the NW, making a clockwise circuit [...] The framework of this drift has changed over time; before the Middle-Holocene climatic transition (ca. 5.5 kyr), the gulf currents made a counterclockwise circuit due to the prevalence and dominance of NE and E winds [...] The microtidal environment and masses of fluvial sediments led to the formation of a cuspate delta that advanced seaward by 550 m from 1620 to 1954 (Pennetta, 1988). Since 1954, erosional processes have prevailed and have almost led to the complete destruction of the delta" (Vincenzo De Santis et al., *Evolution of the Ofanto River delta from the 'Little Ice Age' to modern times: Implications of large-scale synoptic patterns*, in "The Holocene" 1 –20, 2018).

Le obiezioni tradizionali basate sulla guadabilità del fiume in estate (Polibio, Livio, Jacobone) risultano superate dall'analisi idrologica che dimostra la coerenza perfetta tra regime torrentizio stagionale e navigabilità intermittente: il fiume poteva essere contemporaneamente guadabile in agosto (magra estrema) e navigabile in aprile-maggio e settembre-ottobre (portata media), senza alcuna contraddizione. Le tecniche di navigazione documentate etnograficamente per altri fiumi torrentizi mediterranei (remi, pertiche, alaggio) erano perfettamente applicabili all'Ofanto nelle sue finestre operative, rendendo la risalita di 16-19 km fattibile in una giornata lavorativa intensa (5-6 ore).

Il protocollo LAGL+, con la sua formalizzazione esplicita di parametri idraulici, morfodinamici, metrici e cronologici, trasforma una testimonianza letteraria antica ambigua e dibattuta in un modello scientifico rigoroso, numericamente verificabile, criticabile secondo criteri espliciti, riproducibile da altri ricercatori e integrabile con nuove evidenze archeologiche o geomorfologiche che dovessero emergere. La convergenza tra filologia (analisi semantica di ἀνάπλους), metrica (conversione degli stadi con bande di plausibilità), idraulica (formula di Manning, parametro di Shields, condizioni di navigabilità), geomorfologia (retrogradazione deltizia, sinuosità dell'alveo) e archeologia (evidenze insediative a Canosa e Canne, reti viarie, cultura materiale) fornisce una conferma robusta e multidisciplinare dell'interpretazione proposta, superando le aporie e le contraddizioni delle ricostruzioni precedenti.

La testimonianza di Strabone emerge così non come dato isolato e problematico, ma come componente coerente di un quadro più ampio di geografia economica della Daunia romana, in cui il controllo e lo sfruttamento delle risorse territoriali (terre agricole, pascoli, risorse minerarie), delle vie di comunicazione (strade, fiumi, porti) e dei nodi di scambio (emporia, mercati, stazioni) costituivano elementi fondamentali del potere politico ed economico delle città e dell'amministrazione imperiale. L'emporio dei Canosini sull'Ofanto rappresentava uno di questi nodi, modesto forse se confrontato con i grandi porti commerciali come Brindisi o Taranto, ma funzionalmente essenziale per l'economia locale e regionale, e testimonianza preziosa della capacità delle società antiche di adattarsi e sfruttare anche risorse ambientali difficili e stagionali come un fiume torrentizio navigabile solo parte.

PENNETTA L. (1988) – *Ricerche sull'evoluzione recente del delta dell'Ofanto*, in "Boll. Mus. Lunigiana", 6-7, 1986-1987. Questo è solo un esempio, riferito all'età modena e contemporanea, di fenomeni eustatici e antropici che possono modificare in tempi relativamente brevi l'assetto e la morfologia idrografica

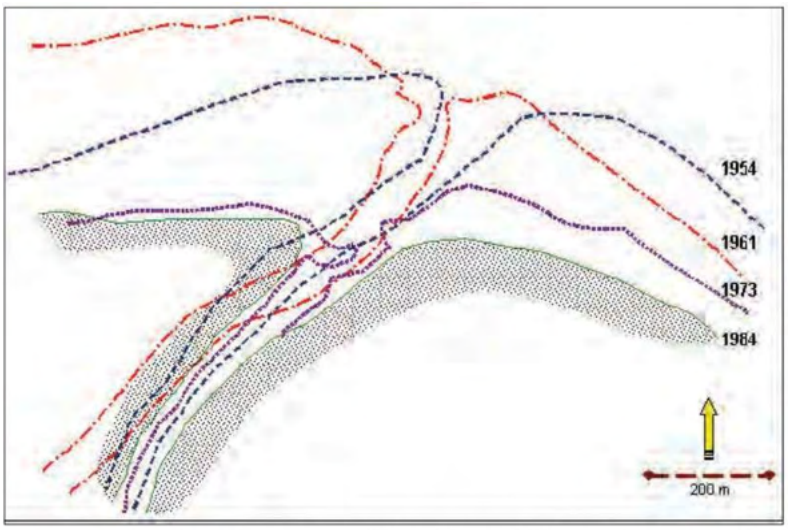
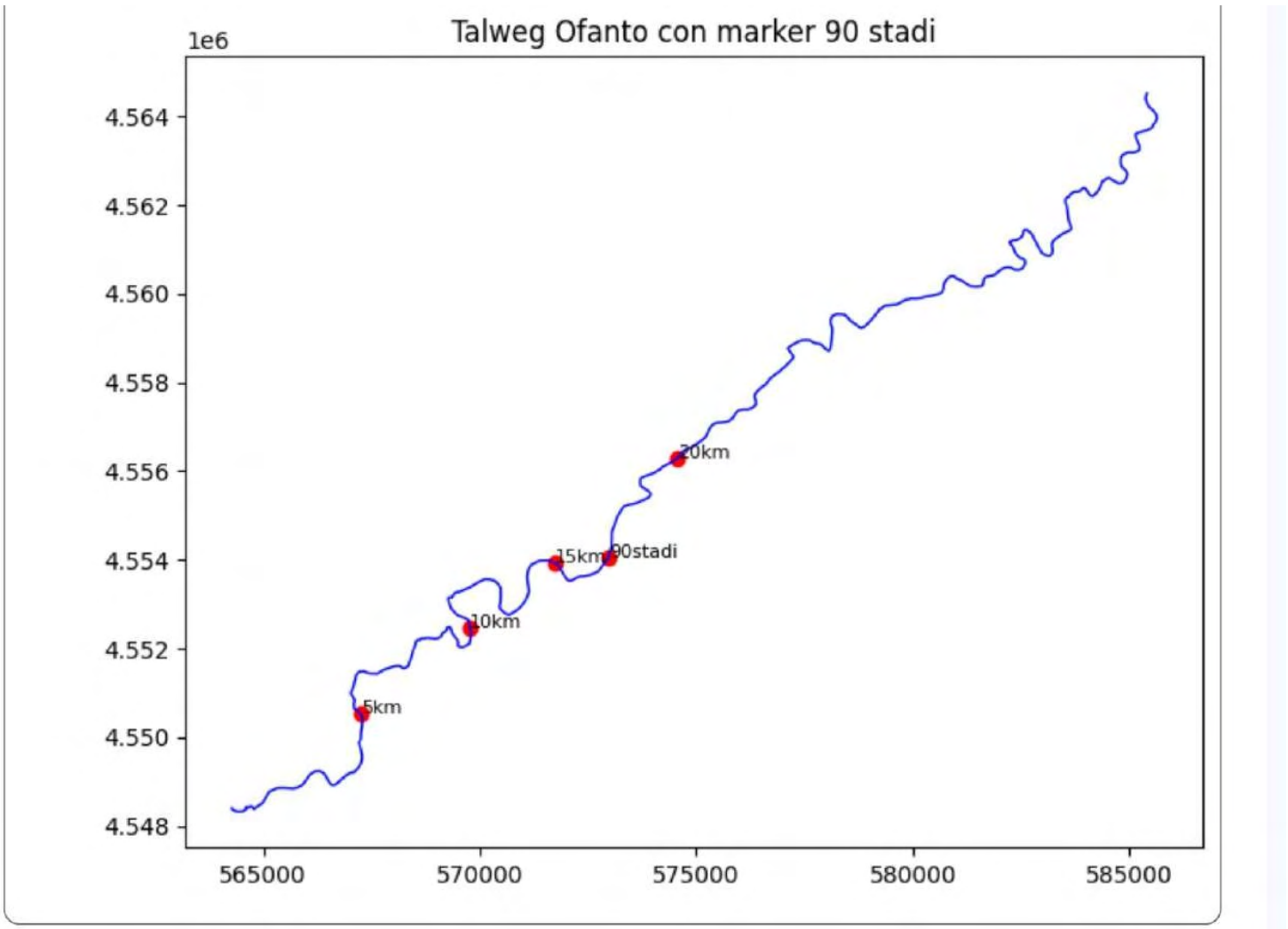
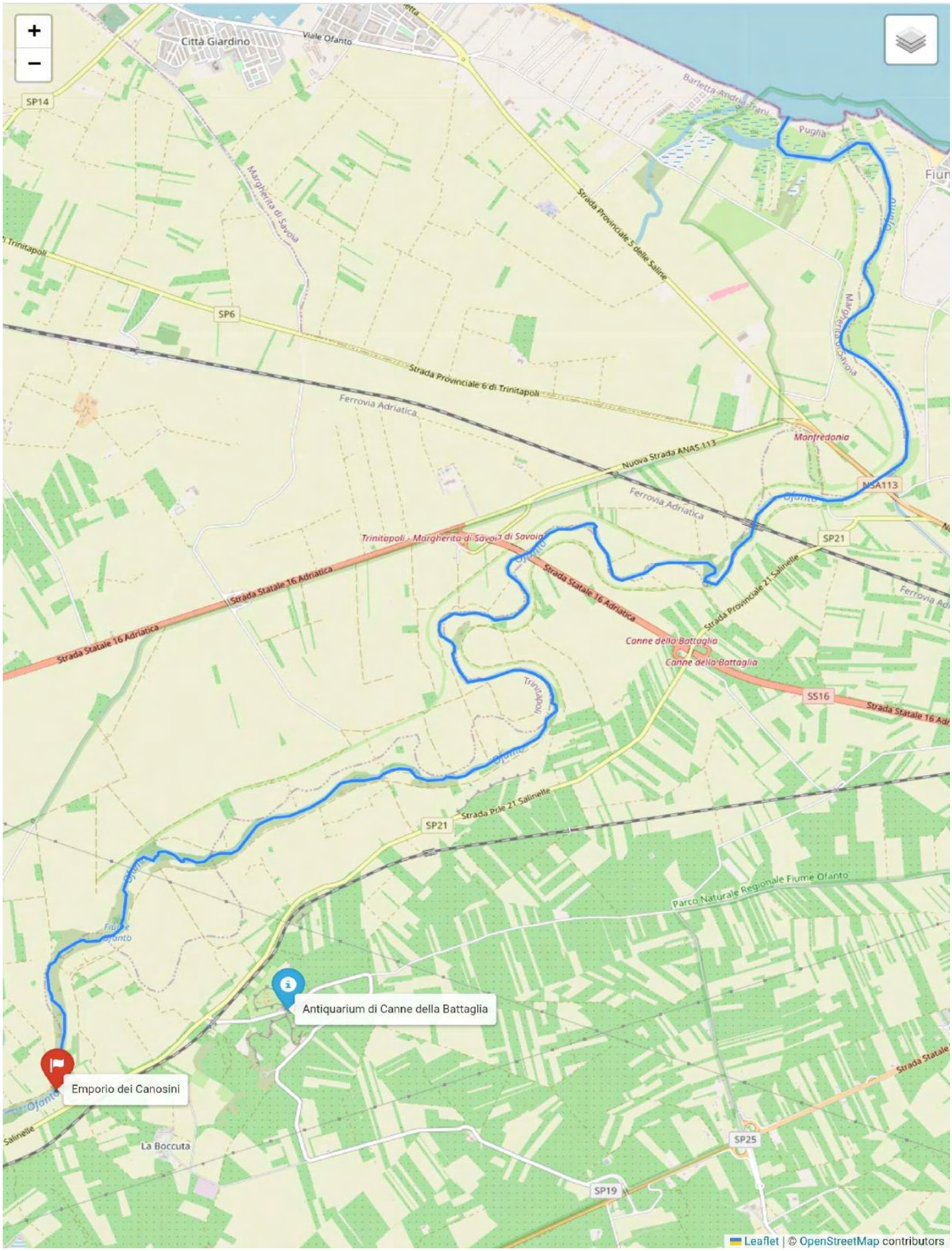


Figura 23 - Arretramento della foce dell'Ofanto sulla base dei rilievi IGM. L'originario delta è praticamente scomparso (da Pennetta, 1988, ridisegnata)




Città Giardino
Viale Ofanto
SP14
Margherita di Savoia
Strada Provinciale 5 delle Saline
Barletta-Andria-Trani
Puglia
SP6
Strada Provinciale 6 di Trinitapoli
Ferrovia Adriatica
Manfredonia
Nuova Strada ANAS 113
NSA113
SP21
Strada Statale 16 Adriatica
Strada Provinciale 21 Salinelle
Canne della Battaglia
SS16
Parco Naturale Regionale Fiume Ofanto
Antiquarium di Canne della Battaglia
Emporio dei Canosini
La Boccuta
SP25
SP19
Leaflet | © OpenStreetMap contributors

Appendice

Approfondimenti idraulici e di navigabilità: l'Ofanto nel contesto dei fiumi mediterranei navigabili

LA NAVIGABILITÀ FLUVIALE NEL MONDO ANTICO: PARAMETRI TECNICI E CONFRONTI SISTEMATICI

Definizione idraulica di navigabilità: i vincoli fisici fondamentali

La questione della navigabilità di un corso d'acqua nell'antichità non è riducibile a una semplice dicotomia "navigabile/non navigabile", ma costituisce piuttosto un continuum di condizioni operative che variano nello spazio, nel tempo e in funzione delle tecnologie disponibili. Per comprendere appieno la testimonianza straboniana sull'Ofanto, è necessario inquadrarla in un'analisi comparativa sistematica delle condizioni idrauliche che determinavano la praticabilità della navigazione fluviale controcorrente nel mondo mediterraneo antico.

I vincoli fisici fondamentali che governano la navigabilità sono essenzialmente cinque, interconnessi tra loro da relazioni non lineari:

1. Tirante d'acqua (h) e pescaggio (P_g)

Il tirante rappresenta la profondità verticale della colonna d'acqua tra superficie e fondo dell'alveo. Perché un'imbarcazione possa navigare senza incagliarsi, deve sussistere la relazione fondamentale:

$$h_{min} \geq P_g + \Delta_{sicurezza} + \delta_{onda}$$

dove P_g è il pescaggio dell'imbarcazione (distanza verticale tra linea di galleggiamento e punto più basso dello scafo), $\Delta_{sicurezza}$ è un margine di sicurezza necessario per compensare irregolarità del fondo non visibili (tipicamente 0,10-0,30 m), e δ_{onda} rappresenta l'eventuale abbassamento locale dovuto al moto ondoso o alla scia dell'imbarcazione stessa.

Per le imbarcazioni fluviali antiche a fondo piatto utilizzate su fiumi come l'Ofanto, il pescaggio a pieno carico era contenuto nell'ordine di $P_g = 0{,}30\text{-}0{,}60$ m. Questo implica un tirante minimo navigabile di circa $h_{min} = 0{,}50\text{-}0{,}90$ m. Valori inferiori rendevano la navigazione rischiosa o impossibile, con frequenti incagliamenti su banchi ghiaiosi.

La relazione tra tirante e portata in un alveo naturale segue approssimativamente una legge di potenza derivabile dall'equazione di continuità e dalle relazioni idrauliche di fondo:

$$h \propto Q^{(0{,}3\text{-}0{,}4)}$$

Questo significa che il tirante cresce molto meno che proporzionalmente rispetto alla portata: per raddoppiare il tirante disponibile occorre aumentare la portata di un fattore 5-8, rendendo la navigabilità estremamente sensibile alle variazioni di regime idrologico.

2. Velocità della corrente (v) e capacità propulsiva

La velocità media della corrente in una sezione fluviale è governata dall'equazione di Manning-Strickler:

$v = (1/n) \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$

dove n è il coefficiente di scabrezza (che quantifica la resistenza al flusso esercitata dal fondo e dalle sponde), R è il raggio idraulico (approssimativamente uguale alla profondità media per sezioni larghe e poco profonde), e S è la pendenza di fondo espressa come rapporto adimensionale (dislivello/lunghezza).

Per l'Ofanto, con valori tipici nel basso corso di n ≈ 0,035-0,045 (alveo ghiaioso con vegetazione ripariale sparsa), R ≈ 0,8-1,2 m (in condizioni di portata media), S ≈ 0,0010-0,0020 (pendenza 1-2 ‰), otteniamo:

$v \approx (1/0{,}040) \times (1{,}0)^{(2/3)} \times (0{,}0015)^{(1/2)} \approx 25 \times 1{,}0 \times 0{,}0387 \approx 0{,}97$ m/s

Questa velocità di circa 1 m/s rappresenta sostanzialmente il limite superiore della navigabilità controcorrente con mezzi di propulsione umana (remi, pertiche). Con tecniche di voga efficiente, rematori addestrati possono imprimere all'imbarcazione una velocità propria rispetto all'acqua di $v_{prop} \approx 1{,}5$-2,0 m/s, risultando in una velocità effettiva rispetto alla riva di:

$v_{eff} = v_{prop} - v_{corrente} \approx 1{,}7 - 1{,}0 = 0{,}7$ m/s

Questa velocità effettiva, apparentemente modesta, è tuttavia sostenibile solo per periodi limitati (30-45 minuti) prima che la fatica muscolare costringa a pause. Per correnti superiori a v >1,2-1,5 m/s, la risalita a remi diventa praticamente impossibile e si rende necessario l'alaggio da riva con squadre umane o animali da tiro, tecnica più lenta ma che permette di vincere correnti fino a 2,0-2,5 m/s.

3. Larghezza dell'alveo e manovrabilità

Un alveo eccessivamente stretto limita la manovrabilità delle imbarcazioni, specialmente in presenza di anse strette o di correnti trasversali. La larghezza minima praticabile dipende dalla lunghezza dell'imbarcazione secondo la relazione empirica:

$L_{alveo,min} \approx 2{,}5$-3,0 $\times L_{imbarcazione}$

Per imbarcazioni fluviali di 10-12 m di lunghezza (dimensioni tipiche per l'Ofanto), si richiede una larghezza di alveo di almeno 25-35 m. L'Ofanto nel suo basso corso presenta generalmente larghezze dell'alveo attivo comprese tra 40 e 100 m, quindi adeguate sotto questo aspetto, anche se la presenza di barre ghiaiose laterali poteva ridurre localmente il canale navigabile a dimensioni critiche.

4. Profondità della sezione e distribuzione dei tiranti

Un problema spesso sottovalutato nella valutazione della navigabilità antica è la forte disomogeneità dei tiranti in sezione trasversale. In un alveo naturale ghiaioso-sabbioso come quello dell'Ofanto, la distribuzione della profondità non è uniforme ma presenta un'alternanza di:

Talweg(linea di massima profondità): localizzato tipicamente in prossimità della sponda esterna delle anse, dove la corrente è più veloce ed esercita maggiore erosione. Profondità massime $h_{max} \approx 1{,}5$-2,5 m in condizioni di portata media
Zone laterali e barre: profondità ridotte h ≈ 0,2-0,5 m, spesso con affioramento di ghiaie

Transizioni rapide: il passaggio da zone profonde a zone basse può avvenire su distanze orizzontali di pochi metri

Per navigare con sicurezza, i piloti dovevano conoscere perfettamente la disposizione del talweg, che peraltro si modificava dopo ogni piena significativa. La lettura del fiume attraverso il colore dell'acqua costituiva una competenza fondamentale: acque scure indicavano profondità maggiore, acque chiare o verdastre segnalavano fondali bassi pericolosi.

5. Stabilità morfologica e trasporto solido

Il trasporto solido di fondo (bedload) costituisce probabilmente il fattore più critico e meno compreso della navigabilità fluviale antica. La mobilità dei sedimenti ghiaiosi che costituiscono il letto dell'Ofanto è governata dal parametro adimensionale di Shields:

$\theta = \tau / ((\rho_s - \rho) \times g \times d_{50})$

dove $\tau = \rho \times g \times R \times S$ è lo stress tangenziale al fondo (forza per unità di area esercitata dalla corrente), ρ e ρ_s sono rispettivamente le densità dell'acqua (1000 kg/m³) e del sedimento (2650 kg/m³ per ghiaie calcaree), $g = 9{,}81$ m/s² è l'accelerazione di gravità, e d_{50} è il diametro mediano dei sedimenti (20-30 mm per il basso corso dell'Ofanto).

La soglia critica di mobilizzazione incipiente, determinata sperimentalmente da Shields negli anni '30 del Novecento ma validata su innumerevoli casi reali, si colloca nell'intervallo $\theta_c \approx 0{,}03$-$0{,}06$ per ghiaie e ciottoli in condizioni di flusso turbolento pienamente sviluppato.

Calcoliamo il parametro di Shields per l'Ofanto in condizioni tipiche di portata media ($Q \approx 20$ m³/s, $h \approx 1{,}0$ m, $v \approx 1{,}0$ m/s):

$\tau = 1000 \times 9{,}81 \times 1{,}0 \times 0{,}0015 \approx 14{,}7$ Pa

$\theta = 14{,}7 / ((2650\text{-}1000) \times 9{,}81 \times 0{,}025) \approx 14{,}7 / 40{,}5 \approx 0{,}036$

Questo valore $\theta \approx 0{,}036$ cade esattamente nell'intervallo critico 0,03-0,06, indicando una condizione di equilibrio dinamico instabile: i sedimenti sono al limite della mobilità, e piccole variazioni di portata (±20-30%) possono innescare o arrestare completamente il trasporto solido.

Implicazioni operative:

In condizioni di piena moderata ($Q > 30$ m³/s), si ha $\theta > 0{,}05$ con mobilizzazione generalizzata delle ghiaie, migrazione rapida delle barre, rimodellamento dell'alveo. Il canale navigabile cambia posizione, aumenta il rischio di incagliamento su barre di nuova formazione, la torbidità impedisce di vedere il fondo. La navigazione diventa pericolosa o impossibile.
In condizioni di magra ($Q < 10$ m³/s), si ha $\theta < 0{,}025$ con sedimenti completamente immobili. Le barre si stabilizzano ma i tiranti si riducono sotto la soglia navigabile in molte sezioni.
Solo nella finestra intermedia ($Q \approx 15$-30 m³/s, $\theta \approx 0{,}03$-$0{,}05$) si realizza la combinazione favorevole di tiranti sufficienti e stabilità morfologica accettabile.

Questa finestra corrisponde esattamente alle stagioni intermedie (aprile-maggio, settembre-ottobre) identificate come periodi di navigabilità ottimale dall'analisi del regime idrologico.

Il Tevere: il paradigma della navigazione fluviale italiana

Il Tevere (latino Tiberis, italiano antico Tevero) costituisce il termine di confronto obbligato

per qualsiasi discussione sulla navigabilità fluviale nell'Italia antica, essendo stato per oltre un millennio l'arteria vitale che connetteva Roma al mare e al suo porto di Ostia. L'abbondanza di fonti letterarie, epigrafiche, archeologiche e iconografiche sul Tevere permette di ricostruire con dettaglio eccezionale le condizioni operative della navigazione fluviale e di utilizzarlo come modello di riferimento per interpretare sistemi meno documentati come l'Ofanto.

Caratteristiche idrologiche comparative:

Il Tevere presenta dimensioni e caratteristiche radicalmente superiori all'Ofanto:

Lunghezza: 405 km (vs 170 km Ofanto)
Bacino idrografico: 17.375 km² (vs 2.700 km² Ofanto), quindi circa 6,5 volte maggiore
Portata media annua alla foce: 239 m³/s secondo misurazioni moderne (vs circa 8-10 m³/s Ofanto), rapporto circa 25:1
Regime idrologico: pluvio-nivale appenninico con piene invernali-primaverili ma più regolare dell'Ofanto grazie al bacino esteso e alla presenza di affluenti significativi (Nera, Aniene) che stabilizzano la portata

Navigabilità storica del Tevere:

La navigazione sul Tevere è documentata senza interruzione dal periodo etrusco-arcaico (VII -VI sec. a.C.) fino all'età moderna (XIX secolo, quando fu progressivamente sostituita dalla ferrovia). Le fonti letterarie sono esplicite e concordi:

Strabone (V 3, 7) scrive nel suo libro sull'Italia centrale: "ὸ δὲ Τίβερις ἄνω μέν ἐστιν ἀπὸ θαλάττης σταδίους περὶ ἑκατὸν ὀγδοήκοντα μέχρι Ῥώμης"("il Tevere è navigabile dal mare per circa centottanta stadi fino a Roma"), fornendo sia l'informazione qualitativa (navigabilità) sia quella quantitativa (distanza mare-Roma ≈ 33 km, in realtà l'imbocco antico del Tevere presso Ostia distava da Roma circa 25-27 km seguendo le anse del fiume).

Strabone (V 3, 7) continua specificando le modalità operative: "αἱ δ' ὁλκάδες αἱ μὲν ἀπὸ θαλάττης ἀναπλέουσιν, αἱ δὲ ἀπὸ τῆς Ῥώμης κατάγονται"("le imbarcazioni da carico alcune risalgono dal mare, altre discendono da Roma"), attestando la navigazione bidirezionale regolare.

Plinio il Vecchio (Naturalis Historia III, 53) enfatizza l'eccezionale utilità commerciale: "Tiberis...mira opportunitate omnium, quae terra marique gignuntur, advectarum gratia"("il Tevere...con straordinaria convenienza per il trasporto di tutte le cose che si producono via terra e via mare").

Dionigi di Alicarnasso (Antichità Romane III, 44, 4), descrivendo Roma arcaica, attesta che già nel VI secolo a.C. "ποταμὸς δὲ διὰ μέσης ῥεῖ πάσῃ πορεύσιμος νηΐ"("un fiume scorre in mezzo [alla città], navigabile da ogni tipo di nave"), indicando la centralità del Tevere nell'economia urbana sin dalle origini.

Le naves caudicariae tiberine:

L'iconografia funeraria fornisce informazioni preziose sulle imbarcazioni utilizzate. Numerosi rilievi funerari di naviculariі del Tevere (II-III sec. d.C.) rappresentano le naves caudicariae, chiatte specializzate per il trasporto fluviale:

Il rilievo funerario di P. Longidienus (Museo Ostiense) mostra un'imbarcazione con caratteristiche tecniche riconoscibili: lunghezza stimabile in 15-18 metri, larghezza 4-5 metri, prua e poppa leggermente rialzate con decorazione a cigno o a spirale, fondo piatto

chiaramente visibile, albero centrale amovibile con vela quadrata, timoniere a poppa con lungo remo di governo, 4-6 rematori per lato disposti su panche trasversali. La capienza stimata di queste imbarcazioni era di 20-30 tonnellate, quindi tre-quattro volte superiore alle chiatte utilizzabili sull'Ofanto.

Tecnica dell'alaggio sul Tevere:

La risalita controcorrente del Tevere da Ostia a Roma, percorrendo circa 25-27 km contro una corrente media di 0,5-0,8 m/s (meno violenta dell'Ofanto grazie alla maggiore profondità e larghezza), avveniva primariamente mediante alaggio (tractus). Le fonti archeologiche e documentarie attestano:

Alzaie (helciarii): sentieri mantenuti lungo entrambe le sponde del fiume, larghi 2-3 metri, pavimentati in tratti urbani, sterrati ma compattati nelle zone rurali. La manutenzione delle alzaie era responsabilità pubblica, affidata a magistrati specifici (curatores riparum et alvei Tiberis istituiti da Augusto nel 8 d.C.)
Squadre di traino: documenti tardoantichi (Codex Theodosianus) e medievali attestano squadre di 6-12 uomini (helciarii) o parimenti 3-6 buoi per chiatte standard. Il traino umano era preferito in ambiente urbano (più controllabile, meno ingombro), quello animale in tratti extraurbani
Tempi di percorrenza: fonti medievali e moderne (quando la pratica dell'alaggio persisteva ancora) indicano velocità di risalita di 2-3 km/ora, quindi 8-12 ore per il percorso completo Ostia-Roma con chiatte cariche, comprese soste per cambio degli animali o riposo della squadra. La discesa con la corrente richiedeva invece solo 3-4 ore con controllo a remi
Organizzazione corporativa: i naviculariі Tiberini costituivano un collegium potentissimo, con privilegi imperiali in quanto assicuravano l'approvvigionamento granario di Roma. Le iscrizioni attestano naviculariі specializzati per rotte (maris Hadriatici, Arelatenses = da Arles in Gallia) e per merci (frumentarii, vinarii, olearii)

Confronto idraulico Tevere-Ofanto:

Applicando le formule idrauliche precedentemente discusse, possiamo quantificare le differenze operative:

Tevere (tratto Roma-Ostia, condizioni medie):

Larghezza alveo: 80-120 m
Profondità media: 2,5-4,0 m
Velocità corrente: v ≈ 0,5-0,8 m/s (pendenza molto bassa S ≈ 0,0003-0,0005)
Portata: Q ≈ 150-300 m³/s (variabile stagionalmente)
Tirante minimo garantito: >1,5 m per la maggior parte dell'anno
Pescaggio ammissibile: fino a 1,2-1,5 m, permettendo imbarcazioni robuste con carico elevato
Navigabilità: continua 10-11 mesi/anno, sospesa solo durante piene eccezionali

Ofanto (basso corso, condizioni medie favorevoli):

Larghezza alveo: 40-80 m (minore del Tevere)
Profondità media: 0,8-1,2 m (molto inferiore)
Velocità corrente: v ≈ 0,9-1,1 m/s (quasi doppia rispetto al Tevere, per pendenza maggiore)
Portata: Q ≈ 15-30 m³/s in finestre navigabili (circa 10% del Tevere)
Tirante minimo: critico, spesso <0,6 m
Pescaggio ammissibile: solo 0,3-0,5 m, limitando il carico trasportabile
Navigabilità: intermittente 3-5 mesi/anno

Conseguenza economica fondamentale: il costo per tonnellata-chilometro sul Tevere era probabilmente 3-4 volte inferiore rispetto all'Ofanto, per effetto combinato di:

Imbarcazioni più capienti (rapporto carico/equipaggio favorevole)
Velocità di trasporto superiore (meno tempo = meno salari)
Maggiore affidabilità (meno interruzioni = migliore pianificazione)
Minore rischio (meno incidenti = meno perdite di carico)

Questo spiega perché il Tevere sostenne un traffico commerciale enorme e continuo per secoli, mentre l'Ofanto rimase un complemento utile ma non indispensabile alle rotte terrestri.

Il Po: la grande arteria fluviale dell'Italia settentrionale

Il Po (latino Padus, greco Πάδος o Ἠριδανός = Eridano nella mitologia) rappresenta il più grande fiume italiano per portata e lunghezza, e costituiva nell'antichità l'asse fondamentale della navigazione fluviale padana, connettendo le colline prealpine con il delta adriatico e permettendo comunicazioni rapide tra città come Piacenza, Cremona, Mantova e i porti costieri.

Dimensioni e caratteristiche idrologiche:

Lunghezza: 652 km dalla sorgente (Monviso, 2.022 m) alla foce (delta multiplo presso Adria in età antica)
Bacino idrografico: 71.000 km², il più vasto d'Italia, circa 26 volte quello dell'Ofanto
Portata media: circa 1.540 m³/s alla foce (misure moderne), quindi oltre 150 volte quella dell'Ofanto
Regime: nivale-pluviale alpino, con massimi di portata in tarda primavera (maggio-giugno) per scioglimento nevi alpine, minimi in inverno (gennaio-febbraio), regime più regolare dell'Ofanto ma con piene occasionali devastanti

Testimonianze antiche sulla navigabilità:

Strabone dedica ampio spazio al Po nel libro V della Geografia (1, 3-12), fornendo informazioni dettagliate:

"ὸ δὲ Πάδος...πλωτός ἐστιν ἄνω μέχρι πολλῶν σταδίων, καὶ εἰσδέχεται τὰ ἐκ τῆς Ἀδρίας πλοιάρια"("il Po...è navigabile verso l'interno per molti stadi, e accoglie le imbarcazioni che vengono dall'Adriatico"). La formulazione vaga "molti stadi"riflette probabilmente la variabilità: in condizioni favorevoli, imbarcazioni marittime leggere potevano risalire fino ad Ostiglia o persino Cremona (150-200 km dalla foce), mentre normalmente la navigazione marittima si fermava nei porti deltizi e veniva trasbor

data su chiatte fluviali.

Strabone (V 1, 11) descrive anche il sistema di affluenti navigabili: "ὑποδέχεται δὲ καὶ ἄλλους ποταμοὺς πλωτούς"("riceve anche altri fiumi navigabili"), riferendosi a Ticino, Adda, Mincio, alcuni dei quali permettevano di risalire verso i laghi prealpini (Verbano, Lario, Benaco).

Polibio (II 16, 7-12), descrivendo la pianura padana nel contesto dell'invasione gallica, sottolinea la ricchezza agricola e la facilità di trasporti: "ἥ τε γὰρ χώρα πεδιὰς οὖσα καὶ διείληπται ποταμοῖς"("il paese essendo pianeggiante ed attraversato da fiumi"), attestando implicitamente l'importanza della navigazione fluviale per l'economia regionale già nel III secolo a.C.

Plinio il Vecchio (NH III, 117-119) fornisce il dettaglio più prezioso: elenca le città "ad Padum"specificando che molte ricevevano rifornimenti via fiume. Menziona anche un canale artificiale (Fossa Augusta) scavato in età augustea per collegare il Po con Ravenna, dimostrando l'importanza strategica riconosciuta alla navigazione fluviale.

Condizioni idrauliche del Po:

Il Po presenta caratteristiche idrauliche radicalmente diverse sia dal Tevere sia dall'Ofanto:

Corso medio-inferiore (Piacenza-Ferrara):

Larghezza alveo attivo: 200-500 m (enorme rispetto a Ofanto e Tevere)
Profondità media: 3-6 m, con canali di navigazione naturali (talweg) profondi 5-8 m
Velocità corrente media: 0,8-1,2 m/s (variabile, più elevata in piena)
Pendenza: S ≈ 0,0002-0,0004 (molto bassa, tipica di grande fiume di pianura)
Tirante minimo: raramente <2 m anche in magra, garantendo navigabilità continua

Applicazione formula di Manning al Po(condizioni medie):

v = (1/n) × R^(2/3) × S^(1/2)

con n ≈ 0,025-0,030 (alveo sabbioso, scabrezza inferiore rispetto a Ofanto ghiaioso), R ≈ 4 m (sezioni profonde), S ≈ 0,0003:

v ≈ (1/0,028) × (4,0)^(2/3) × (0,0003)^(1/2) ≈ 35,7 × 2,52 × 0,0173 ≈ 1,56 m/s

Tuttavia questa è una stima schematica; in realtà la velocità varia notevolmente tra centro alveo (dove può raggiungere 2,0-2,5 m/s) e zone laterali più lente (0,5-0,8 m/s). I navigatori esperti sfruttavano le zone più lente per la risalita.

Imbarcazioni e tecniche sul Po:

Le fonti archeologiche e iconografiche attestano diversi tipi di imbarcazioni:

Naves onerariae fluviales: chiatte grandi per trasporto merci pesanti, lunghezza 18-25 m, larghezza 5-7 m, pescaggio 1,0-1,5 m, capacità 30-60 tonnellate
Codicarii: chiatte medie specializzate nel trasporto legnami (trasportavano tronchi d'albero dalle foreste prealpine), lunghezza 15-20 m
Lintrarii: piccole imbarcazioni per trasporti locali e traghetti, lunghezza 8-12 m

La risalita avveniva primariamente con alaggio da riva, utilizzando buoi o bufali (più forti e resistenti dei cavalli). Le alzaie erano infrastrutture pubbliche mantenute con regolarità. Fonti medievali (ma riflettenti pratiche antiche persistenti) indicano squadre di 8-12 buoi per chiatte grandi, con velocità di risalita di 1,5-2,5 km/ora.

Confronto Po-Ofanto:

Il confronto evidenzia la radicale differenza di scala:

Capacità di carico: il Po permetteva imbarcazioni 5-6 volte più capienti dell'Ofanto
Navigabilità temporale: Po navigabile 9-10 mesi/anno vs Ofanto 3-5 mesi
Distanza: Po navigabile per 400+ km vs Ofanto solo 16-17 km
Velocità commerciale: maggiore sul Po nonostante le dimensioni, per migliore organizzazione e infrastrutture

Il Po costituiva quindi un sistema fluviale di importanza nazionale, paragonabile a grandi

fiumi europei (Rodano, Reno), mentre l'Ofanto rimaneva un fiume di interesse regionale e utilizzo limitato.

Fiumi minori dell'Italia peninsulare: Arno, Sele, Volturno

Oltre ai giganti Tevere e Po, diverse fonti antiche attestano navigabilità parziale o stagionale di fiumi minori dell'Italia centrale e meridionale, fornendo termini di confronto più appropriati per l'Ofanto.

L'Arno (Arnus):

L'Arno, principale fiume toscano (lunghezza 241 km, bacino 8.228 km²), presentava caratteristiche intermedie tra Tevere e Ofanto:

Strabone (V 2, 5) scrive: "ὁ δὲ Ἄρνος...πλωτὸς ἀπὸ θαλάττης ἐπὶ τὰς Φλωρεντίας καὶ Ἀρρήτιον"("l'Arno...è navigabile dal mare verso Firenze e Arezzo"). Questa affermazione va però interpretata criticamente: la navigazione regolare probabilmente si fermava a Pisa o poco oltre, mentre Firenze (circa 70 km dalla foce) e Arezzo (ancora più a monte) erano raggiungibili solo con imbarcazioni leggerissime e in condizioni ottimali primaverili.

Le caratteristiche idrologiche dell'Arno sono infatti simili all'Ofanto:

Regime torrentizio appenninico con piene invernali e magre estive
Portata media: circa 110 m³/s alla foce (10 volte l'Ofanto, ma molto variabile)
Alveo ghiaioso-sabbioso con barre mobili
Pendenza relativamente elevata nel medio corso

Documenti medievali e rinascimentali attestano navigazione commerciale regolare solo tra Pisa e il mare (15 km), con risalite occasionali verso Firenze solo in primavera con imbarcazioni leggere. Questa situazione riflette probabilmente anche la condizione antica: Strabone poteva aver riportato informazioni su navigazioni occasionali o su condizioni ottimali non rappresentative della pratica ordinaria.

Il Sele (Silarus):

Il Sele, fiume campano-lucano che sfocia nel Golfo di Salerno (lunghezza 64 km, bacino 3.235 km²), è menzionato indirettamente da Strabone (V 4, 13) nella descrizione di Paestum (Poseidonia): la città greca aveva sviluppato il suo porto sfruttando il tratto terminale del fiume.

Le dimensioni e caratteristiche del Sele sono sorprendentemente simili all'Ofanto:

Lunghezza comparabile (64 km vs 170 km Ofanto, ma bacino simile)
Regime torrentizio con massimi autunno-inverno
Portata media: circa 32 m³/s (3-4 volte l'Ofanto, quindi significativa ma non enorme)

La navigabilità del Sele era probabilmente limitata al tratto inferiore di 5-10 km, come suggerito dall'assenza di città significative sul medio corso. Il fiume serviva principalmente per trasporti locali tra la piana agricola di Paestum e il porto, permettendo l'imbarco di prodotti agricoli (cereali, olio) verso mercati costieri.

Il Volturno (Vulturnus):

Il Volturno, principale fiume della Campania (lunghezza 175 km, bacino 5.550 km²), presenta dimensioni doppie rispetto all'Ofanto e condizioni idrologiche più favorevoli grazie al bacino

appenninico più esteso e piovoso.

Strabone non fornisce informazioni esplicite sulla navigabilità del Volturno, ma Livio (XXII 14, 4) menziona il fiume nel contesto della Seconda Guerra Punica, e fonti tarde attestano traffico fluviale tra l'interno campano e la costa.

Caratteristiche comparative:

Portata media: circa 80-90 m³/s (8-9 volte l'Ofanto)
Regime: più regolare dell'Ofanto per bacino più esteso e apporti costanti
Tratto navigabile: probabilmente 20-30 km dalla foce, raggiungendo Capua in condizioni favorevoli
Utilizzo: trasporto prodotti agricoli della fertile Campania Felix verso porti costieri

Il Volturno rappresenta quindi un caso intermedio tra l'Ofanto (navigabilità molto limitata) e il Tevere (navigabilità eccellente), confermando la correlazione diretta tra dimensioni del bacino, regolarità idrologica e praticabilità commerciale.

Sintesi comparativa: classificazione gerarchica dei fiumi italiani navigabili

Possiamo classificare i principali fiumi dell'Italia antica in quattro categorie funzionali:

Categoria I - Arterie fluviali primarie (navigabilità continua, traffico intenso):

Po: 400+ km navigabili, 9-10 mesi/anno, imbarcazioni fino a 60 ton, sistema di importanza nazionale
Tevere: 25-27 km navigabili continuativamente, 10-11 mesi/anno, imbarcazioni fino a 30 ton, vitale per Roma

Categoria II - Fiumi regionali significativi (navigabilità regolare stagionale):

Volturno: 20-30 km navigabili, 6-8 mesi/anno, imbarcazioni medie (15-20 ton)
Arno(tratto inferiore): 15-20 km regolarmente navigabili da Pisa al mare, 7-9 mesi/anno

Categoria III - Fiumi minori con navigabilità limitata (uso locale e stagionale):

Ofanto: 16-17 km navigabili, 3-5 mesi/anno, imbarcazioni piccole (8-12 ton), traffico complementare
Sele: 5-10 km navigabili, utilizzo principalmente locale per Paestum
Arno(medio corso verso Firenze): navigabile solo occasionalmente in primavera

Categoria IV - Fiumi teoricamente navigabili ma di scarso utilizzo pratico:

Numerosi torrenti appenninici minori menzionati sporadicamente nelle fonti ma senza evidenza di traffico commerciale regolare

Parametri discriminanti fondamentali:

Confrontando sistematicamente i dati idrologici e le testimonianze storiche, emergono tre parametri che determinano la categoria di appartenenza:

Portata media annua (Q_media):
Q >200 m³/s → Categoria I (navigabilità continua eccellente)
Q = 80-200 m³/s → Categoria II (navigabilità regolare buona)
Q = 30-80 m³/s → Categoria III (navigabilità stagionale limitata)
Q <30 m³/s → Categoria IV o non navigabile

Rapporto Q_min/Q_media(indice di regolarità):
Rapporto >0,30 → regime regolare, navigabilità stabile
Rapporto = 0,15-0,30 → regime moderatamente irregolare, navigabilità stagionale
Rapporto <0,15 → regime torrentizio, navigabilità molto limitata e imprevedibile
Lunghezza del tratto con tirante >0,60 m per almeno 6 mesi/anno:
L >100 km → arteria primaria
L = 20-100 km → fiume regionale
L = 5-20 km → utilizzo locale
L <5 km → marginale

Posizionamento dell'Ofanto:

Applicando questi criteri all'Ofanto:

Q_media ≈ 8-10 m³/s → al limite inferiore della Categoria III
Q_min/Q_media ≈ 0,10-0,12 → regime fortemente torrentizio
Lunghezza navigabile ≈ 16-17 km → limite superiore dell'uso locale

L'Ofanto si colloca quindi **alla soglia inferiore della navigabilità commercialmente significativa**, in una posizione marginale che spiega perfettamente:

L'assenza di menzioni in fonti diverse da Strabone (troppo minore per interesse generale)
La formulazione cauta di Strabone "ἀναπλεῖται"(può essere risalito) piuttosto che affermazioni categoriche di navigabilità continua
L'assenza di città portuali fluviali importanti (a differenza di Ostia sul Tevere, Piacenza sul Po)
L'utilizzo complementare alle vie terrestri piuttosto che alternativo

Conclusione tecnica:

L'analisi comparativa sistematica conferma che la testimonianza straboniana è **tecnicamente plausibile e coerente con il contesto**: l'Ofanto possedeva caratteristiche idrauliche sufficienti per una navigazione stagionale limitata (primavera e primo autunno, circa 3-5 mesi/anno) su un tratto breve (ultimi 16-17 km) con imbarcazioni leggere a fondo piatto (pescaggio 0,30-0,50 m, capacità 8-12 tonnellate).

Questa navigabilità marginale lo colloca nella stessa categoria di altri fiumi minori dell'Italia antica (Sele, torrenti appenninici costieri) che, pur non essendo arterie commerciali primarie come Tevere e Po, fornivano un'utile integrazione ai trasporti terrestri per merci specifiche (prodotti agricoli della valle verso i porti costieri) e in circostanze specifiche (stagioni favorevoli, necessità logistiche particolari).

La testimonianza di Strabone non descrive quindi un fiume intensamente navigato come il Tevere, ma un corso d'acqua che, nelle condizioni appropriate e con le tecniche adeguate, **poteva**essere utilizzato per la navigazione - esattamente ciò che suggerisce il verbo greco ἀναπλεῖται nella sua formulazione attentamente.

ASPETTI PALEOCLIMATICI E PALEOIDROLOGICI

Il contesto climatico dell'antichità classica

La ricostruzione del clima antico del Mediterraneo negli ultimi tre millenni ha fatto progressi

notevoli grazie a proxy paleoclimatici multipli: carote glaciali (Groenlandia, Antartide, ghiacciai alpini), dendrocronologia (anelli di accrescimento degli alberi sensibili al clima), speleotemi (stalagmiti e stalattiti le cui bande di crescita registrano condizioni di precipitazione e temperatura), sedimenti lacustri e marini, pollini fossilizzati in depositi stratigrafici.

Il quadro emergente per il periodo che ci interessa (II secolo a.C. - II secolo d.C., epoca di Artemidoro e Strabone) mostra condizioni climatiche leggermente diverse da quelle attuali:

L'Optimum Climatico Romano (Roman Climate Optimum, RCO), approssimativamente I secolo a.C. - II secolo d.C., costituisce una fase climatica caratterizzata da:

- **Temperature leggermente superiori**: le ricostruzioni suggeriscono temperature medie annue nel Mediterraneo centrale superiori di circa 0,5-1,0°C rispetto alla media del XX secolo pre-riscaldamento globale. Questa differenza, apparentemente modesta, aveva effetti significativi: stagioni vegetative più lunghe, limite altitudinale delle coltivazioni spostato verso l'alto di 100-200 metri, possibilità di coltivare olivo e vite in regioni oggi marginali.
- **Regime pluviometrico più stabile**: le precipitazioni annue totali erano probabilmente simili o leggermente superiori all'attuale, ma soprattutto distribuite in modo più prevedibile, con minore variabilità interannuale. Questo riduceva la frequenza di annate siccitose catastrofiche o di alluvioni eccezionali, favorendo l'agricoltura e la pianificazione economica.
- **Minore frequenza di eventi estremi**: le cronache antiche registrano relativamente poche carestie dovute a siccità nel periodo I a.C. - II d.C. in Italia, suggerendo condizioni complessive favorevoli.

Evidenze regionali per la Puglia: studi paleoclimatici su sedimenti lacustri dell'Italia meridionale e su speleotemi delle grotte carsiche pugliesi indicano:

- Livelli lacustri relativamente alti nel periodo romano, suggerenti precipitazioni adeguate
- Vegetazione ricostruita da pollini fossili che mostra prevalenza di querce decidue, olivo, cereali, indicando paesaggio agricolo intensivamente sfruttato ma con copertura arborea ancora significativa nelle zone collinari

Implicazioni idrologiche per l'Ofanto in età romana

Il regime idrologico dell'Ofanto in età romana era probabilmente caratterizzato da:

Portata media annua: le stime sono necessariamente speculative, ma possiamo ragionevolmente ipotizzare:

- **Portata attuale naturale**(pre-dighe, ricostruita da modelli idrologici): circa 15-20 m^3/s medi annui alla foce
- **Portata in età romana**(con copertura vegetale maggiore e possibile regime pluviometrico più abbondante): forse 18-25 m^3/s medi annui, quindi del 20-30% superiore

Questo aumento moderato della portata media avrebbe avuto effetti significativi sulla navigabilità:

- **Tiranti maggiori**: con portate superiori del 25%, i tiranti aumentano approssimativamente del 15-20% (secondo le relazioni idrauliche non lineari), facilitando la navigazione con fondali più profondi
- **Finestre operative più lunghe**: le condizioni di portata media favorevoli alla navigazione

(Q = 15-40 m³/s) si sarebbero verificate per periodi più prolungati dell'anno, forse 5-6 mesi invece degli attuali 3-4 mesi

Regime delle piene: meno dati sicuri, ma è possibile che:

- Le piene invernali fossero leggermente meno violente e improvvise rispetto all'attuale, per effetto della maggiore copertura forestale nel bacino che tratteneva l'acqua e rallentava il deflusso superficiale
- Il coefficiente di variabilità stagionale fosse leggermente inferiore, rendendo il fiume meno "torrentizio"e più prevedibile

Trasporto solido: cruciale per la morfologia dell'alveo:

- La copertura vegetale più estesa (prima dell'intensificazione agricola tardoantica e medievale che causò disboscamenti massicci) probabilmente riduceva l'erosione dei versanti
- Il trasporto solido poteva essere inferiore in massa totale ma con granulometrie leggermente diverse (meno materiale fine limoso, più ghiaie derivate dall'erosione di fondo alveo)
- La foce probabilmente costruiva una cuspide deltizia progradante alimentata dall'apporto sedimentario, come discusso precedentemente

Confronto con fasi climatiche successive

La transizione climatica tardoantica(III-VI secolo d.C.): studi paleoclimatici recenti suggeriscono una transizione verso condizioni più fresche e instabili tra III e VI secolo d.C., con:

- Raffreddamento moderato (circa 0,5-1,0°C di diminuzione delle temperature medie)
- Aumento della variabilità interannuale, con alternanza di annate molto piovose e molto siccitose
- Possibile aumento della frequenza di eventi estremi (alluvioni, siccità)

Queste condizioni avrebbero reso la navigazione fluviale meno affidabile e prevedibile, contribuendo al declino dell'utilizzo dell'Ofanto come via commerciale.

Il Medieval Warm Period(circa 900-1300 d.C.): periodo caldo comparabile all'Optimum Romano, ma nella fase medievale l'Ofanto non sembra più essere stato utilizzato per navigazione, probabilmente per ragioni più economiche e infrastrutturali (declino urbano di Canosa, spostamento delle rotte commerciali) che climatiche.

La Little Ice Age(circa 1400-1850 d.C.): fase fredda con temperature inferiori di 1-1,5°C rispetto all'attuale. Le cronache medievali e moderne registrano:

- Inverni più rigidi con gelate più frequenti anche in Puglia
- Regime pluviometrico alterato con maggiore variabilità
- Possibile diminuzione della portata media dell'Ofanto per ridotte precipitazioni o per maggiore evapotraspirazione estiva

Modelli paleoidrologici e incertezze

È importante sottolineare che le ricostruzioni paleoidrologiche quantitative sono affette da incertezze significative:

Limitazioni dei dati: i proxy paleoclimatici forniscono indicazioni su temperatura e

precipitazioni a scala regionale, ma la trasposizione a un bacino idrografico specifico richiede modellizzazione che introduce assunzioni:

- La risposta idrologica di un bacino dipende non solo da precipitazioni ma anche da copertura vegetale, uso del suolo, caratteristiche pedologiche, tutti parametri difficili da ricostruire con precisione per l'antichità
- Le portate storiche dell'Ofanto non sono direttamente misurate (le prime misurazioni sistematiche risalgono solo al XX secolo), quindi ogni stima per l'età romana è extrapolazione modellistica

Variabilità temporale: anche all'interno dell'Optimum Romano, esistevano cicli decennali e multidecennali di variabilità climatica:

- Periodi di 10-20 anni più umidi alternati a periodi più secchi
- Eventi eccezionali (siccità catastrofiche, alluvioni straordinarie) che interrompevano le condizioni medie

La navigabilità dell'Ofanto andrebbe quindi intesa non come costante e affidabile anche in età romana, ma come praticabile in condizioni medie favorevoli con interruzioni imprevedibili legate a variabilità climatica di breve termine.

Scenario di sintesi: In età romana (II a.C. - II d.C.), l'Ofanto presentava probabilmente:

- Portata media annua del 20-30% superiore all'attuale naturale (pre-dighe)
- Finestre di navigabilità stagionale più lunghe (5-6 mesi invece di 3-4)
- Regime leggermente meno torrentizio e più prevedibile
- Morfologia d'alveo più stabile con foce progradante

Queste condizioni rendevano la risalita fluviale di 90 stadi (16-17 km) descritta da Strabone un'operazione difficile e stagionale ma regolarmente praticabile, integrabile in una logica economica razionale di trasporto multimodale. Il declino successivo della navigazione non fu probabilmente dovuto a deterioramento climatico drastico (che intervenne solo parzialmente in età tardoantica), ma piuttosto a:

- Mutamenti economici (riduzione dei volumi commerciali, declino urbano)
- Degrado delle infrastrutture (mancata manutenzione di alveo, approdi, strade di collegamento)
- Trasformazioni ambientali antropiche (disboscamento, erosione accelerata, colmata dell'alveo).

ASPETTI NAUTICI E TECNOLOGICI

Imbarcazioni fluviali nel mondo antico: costruzione e caratteristiche operative

La navigazione fluviale nell'antichità mediterranea richiedeva imbarcazioni radicalmente diverse dalle navi marittime. Le acque basse, le correnti variabili e la necessità di manovrare in spazi ristretti imponevano soluzioni tecniche specifiche, ben documentate da fonti letterarie, iconografiche e archeologiche.

Le chiatte da trasporto, chiamate *naves caudicariae*dai Romani, rappresentavano il tipo più

comune per il commercio sui grandi fiumi come il Po e il Tevere. Strabone descrive imbarcazioni capaci di risalire il Po fino all'interno della pianura padana, mentre Plinio il Giovane menziona navi che trasportavano i suoi prodotti agricoli lungo gli affluenti. I rilievi funerari dei *navicularii* del Tevere mostrano imbarcazioni dal fondo piatto, con prua e poppa leggermente rialzate, dotate di un albero centrale con vela quadrata per sfruttare i venti favorevoli e un timone laterale a remo.

Queste chiatte misuravano tipicamente tra i 12 e i 20 metri di lunghezza, con una larghezza di 3-5 metri e un pescaggio molto ridotto, tra i 40 e gli 80 centimetri, che permetteva di navigare anche in acque basse. La capacità di carico variava dalle 10 alle 30 tonnellate. La costruzione prevedeva un fasciame sovrapposto o combaciante, rinforzato da costole interne. Per la propulsione si utilizzava la vela nelle discese e nei tratti favorevoli, mentre la risalita richiedeva remi con 4-6 rematori o, più comunemente, l'alaggio da riva.

Accanto a queste imbarcazioni maggiori esistevano le *cymbae* o *scaphae*, barche più leggere lunghe 5-10 metri, larghe 1,5-2,5 metri, con un pescaggio di soli 20-40 centimetri. Potevano trasportare 1-3 tonnellate e venivano utilizzate per trasporti locali, pesca o come traghetti. La costruzione era più semplice: spesso si trattava di monossili, cioè scavate da un unico tronco con l'aggiunta di tavole laterali, oppure di imbarcazioni con fasciame sottile. La propulsione avveniva con remi o pertiche manovrate da 2-4 persone.

Per il trasporto del legname esistevano infine le *lintres*, zattere costruite legando insieme tronchi con funi robuste e dotate di una piattaforma superiore. Potevano trasportare carichi molto pesanti, fino a decine di tonnellate, e si lasciavano trasportare dalla corrente, guidate con pertiche e remi di governo. Il loro utilizzo era tipicamente limitato a un solo viaggio: giunte a destinazione, venivano smontate e i tronchi venduti come legname.

L'Ofanto, con la sua natura torrentizia, l'alveo ghiaioso instabile e i tiranti ridotti, richiedeva imbarcazioni particolarmente adatte. Le chiatte utilizzate erano probabilmente versioni ridotte e specializzate, lunghe 8-12 metri, larghe 2,5-3,5 metri, con un pescaggio di soli 30-50 centimetri a pieno carico e una capacità di 5-10 tonnellate. L'equipaggio tipico consisteva in 3-5 persone: un timoniere e 2-4 rematori o pertichieri.

La costruzione privilegiava la robustezza unita alla leggerezza. Lo scafo veniva realizzato in legno locale, pioppo o salice, entrambi abbondanti nella valle e facilmente riparabili. Il fondo piatto era rinforzato per resistere agli inevitabili incagliamenti sulle ghiaie. Le fiancate rimanevano relativamente basse, 50-70 centimetri, per ridurre il peso e la resistenza al vento. L'intera struttura doveva essere sufficientemente flessibile da assorbire piccoli urti senza danneggiarsi, una caratteristica essenziale per la sopravvivenza in un fiume dal fondale mobile e imprevedibile.

Le tecniche di propulsione: forza umana e animale

La risalita controcorrente di un fiume rappresentava uno degli sforzi fisici più intensi dell'antichità, richiedendo tecnica, coordinamento e notevole resistenza. I remi costituivano il sistema più comune per la navigazione attiva. La configurazione tipica prevedeva remi doppi inseriti in scalmi laterali, forcelle di legno o corno fissate al bordo dell'imbarcazione, con 2-4 rematori seduti su panche trasversali. I remi misuravano 2,5-3,5 metri di lunghezza, con pale relativamente ampie di 30-40 centimetri per massimizzare la spinta.

La tecnica di voga richiedeva un ritmo perfettamente sincronizzato, essenziale per l'efficienza. I rematori seguivano il tempo scandito dal *keleustes*, il capo voga, che dava il ritmo con la voce o con battute ritmiche. In condizioni di sforzo moderato ma sostenibile per ore, la frequenza si attestava attorno alle 20-30 vogate al minuto. Con una corrente contraria di 1 metro al secondo, la velocità effettiva di avanzamento rispetto alla riva era di appena 0,5

-1 metro al secondo, risultato di una velocità propria di 1,5-2 metri al secondo rispetto all'acqua diminuita dalla velocità della corrente.

Lo sforzo fisico richiesto era estremo. La voga controcorrente continuata figurava tra i lavori più duri dell'antichità, rendendo necessari turni rotanti: 30-45 minuti di voga seguiti da 15-20 minuti di riposo. Per una risalita di 16-17 chilometri a 0,7 metri al secondo effettivi servivano circa 6,5 ore effettive di voga, che con le pause diventavano 8-9 ore totali di navigazione.

Le pertiche, chiamate *contus*in latino e *κοντός*in greco, costituivano una tecnica particolarmente efficace in acque basse con fondo stabile. La pertica era un'asta di legno robusto, tipicamente frassino o ontano, lunga 3-5 metri con un diametro di 5-8 centimetri. L'estremità inferiore veniva rinforzata con un puntale metallico per resistere all'attrito continuo con le ghiaie del fondo, mentre quella superiore presentava un'impugnatura ergonomica, spesso con una traversa per appoggiare il petto durante la spinta.

Il pertichiere si posizionava in piedi a prua o a poppa, affondava la pertica verticalmente fino al contatto con il fondo, appoggiava l'estremità superiore contro la spalla o il petto e camminava verso poppa spingendo, imprimendo movimento alla barca. Sollevata la pertica, tornava a prua e ripeteva l'operazione. Su fondali adeguati, profondi tra 0,5 e 2 metri, due pertichieri esperti potevano imprimere velocità di 1-1,5 metri al secondo anche contro corrente moderata. Il vantaggio principale consisteva nell'efficienza energetica e nel ridotto numero di uomini necessari. Lo svantaggio era la dipendenza da fondali né troppo profondi né fangosi.

L'alaggio, chiamato *ἕλξις*in greco e *tractus*in latino, rappresentava la tecnica fondamentale per fiumi con correnti forti o per imbarcazioni pesantemente cariche. Richiedeva un'organizzazione complessa: lungo la riva del fiume doveva esistere un sentiero, l'alzaia, mantenuto relativamente sgombro da vegetazione e ostacoli. Una fune robusta di canapa o lino ritorto, lunga 30-50 metri con un diametro di 3-5 centimetri, veniva fissata all'albero maestro o a bitte di prua. La squadra di traino poteva essere composta da 4-8 uomini o da 2-4 animali da tiro: buoi, muli o cavalli.

La procedura operativa era semplice ma laboriosa: la fune veniva fissata saldamente all'imbarcazione e fatta passare sulla riva, dove la squadra di traino camminava lungo l'alzaia tirando. A bordo rimanevano solo 1-2 persone, un timoniere con il remo di governo e eventualmente un aiutante con una pertica per manovre correttive. La velocità di avanzamento era bassa, 2-3 chilometri all'ora, ma costante e sostenibile per molte ore.

I vantaggi dell'alaggio erano significativi: permetteva di risalire correnti forti, fino a 2-2,5 metri al secondo, impossibili da vincere con i remi; richiedeva un equipaggio ridotto a bordo; si adattava bene a carichi molto pesanti. Gli svantaggi includevano la necessità di alzaie praticabili, non sempre disponibili lungo tutto il percorso, la velocità bassa e i costi aggiuntivi per i salari degli alatori o il noleggio degli animali. Ostacoli naturali come anse strette, vegetazione densa o sponde rocciose potevano bloccare completamente il percorso.

Sul basso corso dell'Ofanto, la tecnica di risalita variava probabilmente per tratti. Nei tratti rettilinei con sponde accessibili si utilizzava l'alaggio con buoi o squadre umane, sfruttando le alzaie naturali lungo le barre ghiaiose laterali. Nei tratti con corrente moderata e fondali ghiaiosi le pertiche offrivano la massima efficienza. Nei tratti più profondi o nelle anse strette i remi diventavano necessari per la manovrabilità. Nella zona di foce lagunare, con i canali tortuosi, i remi erano obbligatori. Una risalita completa di 16-17 chilometri richiedeva quindi notevole flessibilità tecnica, con continui cambi di metodo secondo le condizioni locali.

Gli equipaggi: organizzazione e condizioni di lavoro

L'equipaggio di un'imbarcazione media, lunga 10-12 metri con un carico di 7-8 tonnellate, presentava una composizione ben definita. Al comando stava il *magister navis*, in greco *κυβερνήτης*, capitano e timoniere insieme. Questi era responsabile dell'imbarcazione, delle decisioni operative e della navigazione, e possedeva una conoscenza approfondita del fiume: correnti, guadi, barre mobili, punti critici. Spesso era proprietario dell'imbarcazione stessa o socio del *navicularius*, l'armatore. Le sue competenze includevano l'orientamento, la lettura del fiume (il colore dell'acqua indicava la profondità: scuro significava profondo, chiaro indicava bassi fondali) e una previsione meteorologica empirica. La sua posizione era a poppa, dove manovrava il timone, un grande remo laterale.

I rematori o pertichieri, da 2 a 4 uomini, costituivano la forza motrice della risalita. Erano lavoratori salariati, spesso stagionali, fisicamente robusti e addestrati alla tecnica di voga sincronizzata. Dovevano alternarsi nei vari ruoli per gestire la fatica estrema. Il *proreta*, l'addetto di prua, vigilava sugli ostacoli, segnalava i fondali bassi e manovrava le corde, risultando essenziale nella navigazione difficile attraverso canali stretti o sopra barre mobili. Completavano l'equipaggio eventuali aiutanti, 1-2 ragazzi o apprendisti con mansioni ausiliarie come preparare le corde, gestire le merci o occuparsi della cucina, che apprendevano contemporaneamente il mestiere.

Le condizioni di lavoro erano durissime. La risalita controcorrente per 6-8 ore figurava tra i lavori fisicamente più faticosi dell'antichità. I rischi includevano l'annegamento (molti marinai fluviali non sapevano nuotare), incidenti come cadute o schiacciamenti durante le operazioni di carico e scarico, e malattie dovute all'esposizione ad acque stagnanti e alle zanzare portatrici di malaria nelle zone palustri costiere.

I compensi riflettevano la durezza e la specializzazione del lavoro. I rematori fluviali guadagnavano salari relativamente buoni rispetto ai braccianti agricoli: 3-5 sesterzi al giorno contro i 2-3 di un bracciante agricolo comune, spesso con il vitto incluso. Il lavoro era fortemente stagionale, concentrato nelle finestre di navigabilità primaverile e autunnale, alternato a lavori agricoli o artigianali nella bassa stagione.

I navigatori fluviali sviluppavano una forte identità di gruppo. Veneravano culti specifici: Nettuno per la protezione in acqua, le divinità fluviali locali e Fortuna per il successo commerciale. Praticavano assistenza reciproca in caso di incidenti, malattie o morte, e tramandavano i saperi pratici, come la lettura del fiume e le tecniche di navigazione, da maestri ad apprendisti in un processo formativo che durava anni.

Attrezzature e dotazioni di bordo

Le ancore erano essenziali su fiumi con corrente forte per le soste forzate dovute al maltempo o alla notte, per l'attesa di condizioni favorevoli come la diminuzione di una piena, e per le operazioni di carico e scarico a riva. L'ancora più semplice era quella a pietra: un blocco di 50-100 chilogrammi con un foro per la corda, economica ma poco efficace su fondali mobili. L'ancora a più bracci, simile all'ancora ammiragliato, con una struttura in ferro dotata di punte che si conficcavano nel fondo, era più efficace ma costosa e poco documentata per i fiumi minori. Più comuni per le soste programmate erano i pali di ormeggio: si piantava un palo robusto sulla riva e si legava l'imbarcazione.

Il cordame comprendeva diverse tipologie. La fune di alaggio era la più robusta e lunga, 30-50 metri con un diametro di 3-5 centimetri. Le corde d'ormeggio avevano varie lunghezze per legare l'imbarcazione a riva, mentre corde ausiliarie servivano per le manovre e per legare il carico. I materiali includevano la canapa, più resistente ma costosa, il lino, comune, e fibre vegetali locali intrecciate. La manutenzione era continua: le funi bagnate marcivano

rapidamente e richiedevano frequenti sostituzioni.

Una barca trasportava tipicamente 3-4 pertiche: una in uso e altre di riserva per eventuali rotture. Le imbarcazioni più grandi potevano montare una piccola vela quadrata di 3-5 metri quadrati su un albero amovibile, utilizzabile solo in tratti favorevoli con vento da poppa e corrente debole. Su un fiume tortuoso come l'Ofanto, l'utilità della vela era molto limitata.

Per il carico e lo scarico servivano ganci, un paranco semplice per sollevare sacchi pesanti, assi o passerelle per collegare la barca alla riva, e teli impermeabili per proteggere le merci deperibili dalla pioggia e dagli spruzzi. Gli attrezzi di manutenzione e riparazione includevano stoppa e pece per riparazioni d'emergenza di falle, seghe e accette per lavorare il legno, corde di riserva, otri d'acqua potabile e viveri per l'equipaggio.

Le dotazioni di sicurezza erano minime. Al massimo si portavano speroni di legno galleggianti da gettare a un uomo caduto in acqua, ma solo i pochi che sapevano nuotare potevano aggrapparsi. Più realisticamente, non esisteva alcuna dotazione di sicurezza: ci si affidava alla protezione di Nettuno e alla benevolenza di Fortuna.

CANNE E LA BATTAGLIA DEL 216 A.C.: TOPOGRAFIA, DINAMICA MILITARE E EREDITÀ STORICA

La scelta del campo di battaglia

Il 2 agosto del 216 a.C., sulle pianure che si estendevano ai piedi del colle di Canne, lungo il corso del fiume Ofanto, si consumò una delle battaglie più studiate della storia militare antica. L'esercito cartaginese di Annibale Barca affrontò le legioni consolari romane guidate da Lucio Emilio Paolo e Gaio Terenzio Varrone in uno scontro che divenne l'esempio paradigmatico dell'accerchiamento e dell'annientamento di una forza numericamente superiore.

La localizzazione non fu casuale. Annibale, dopo aver attraversato l'Appennino dall'Irpinia verso la Puglia, cercava un campo di battaglia aperto dove sfruttare la sua superiorità in cavalleria: circa 10.000 cavalieri numidi, iberici e galli contro i 6.000 romani. La pianura alluvionale ai piedi del colle di Canne offriva lo spazio necessario per manovre ampie. Il controllo di Canne permetteva inoltre di dominare i depositi di grano della valle, assicurando l'approvvigionamento all'esercito cartaginese, e minacciava le comunicazioni romane lungo la via Appia verso la Campania.

Dal punto di vista romano, la pressione era intensa. Dopo le sconfitte al Trasimeno e al Ticino, il Senato spingeva per una battaglia decisiva. I consoli avevano concentrato forze eccezionali: 8 legioni, circa 80.000 fanti, più alleati italici e cavalleria, per un totale di circa 86.000 uomini secondo Polibio, cifra probabilmente esagerata ma comunque indicativa di uno sforzo militare senza precedenti. L'obiettivo era costringere Annibale a uno scontro campale prima che si ritirasse verso il sud o ricevesse rinforzi. La pianura sembrava favorevole alla fanteria pesante legionaria, ritenuta superiore all'eterogenea fanteria cartaginese.

La topografia del campo

Il campo di battaglia si estendeva sulla riva destra, meridionale, del fiume Ofanto, in una

fascia di pianura alluvionale ampia circa 2-3 chilometri tra il fiume a nord e i primi rilievi collinari a sud. Il fiume stesso giocò un ruolo cruciale: scorreva da ovest verso est con andamento meandrizzante e in agosto si trovava in magra estrema. Polibio e Livio concordano che entrambi gli eserciti lo guadarono a piedi senza difficoltà, con una profondità stimata di 30-50 centimetri e corrente debole. L'alveo misurava circa 80-120 metri di larghezza. Il fiume costituiva una protezione naturale del fianco nord degli schieramenti.

La pianura era costituita da suolo alluvionale sabbioso-limoso, relativamente pianeggiante con una pendenza impercettibile verso il fiume. Erano presenti barre ghiaiose emerse, piccole dune sabbiose e vegetazione ripariale (salici, pioppi) lungo le rive. Una caratteristica cruciale per l'esito della battaglia fu il terreno duro e polveroso dell'estate, favorevole ai movimenti di grandi masse di cavalleria. L'assenza di ostacoli significativi come boschi, paludi o canali non impediva le manovre.

Il colle di Canne, rilievo allungato alto circa 120 metri sulla pianura e distante 1-1,5 chilometri dal fiume, offriva ad Annibale una posizione dominante per l'osservazione. Qui stabilì il suo accampamento principale. I Romani, secondo Polibio, stabilirono due accampamenti separati: uno maggiore con due terzi delle forze sulla riva sud, uno minore con un terzo sulla riva nord. La distanza tra i campi romani e quello cartaginese era di circa 1-2 chilometri.

Le forze in campo e lo schieramento

Polibio fornisce i dati più affidabili sulle forze. L'esercito cartaginese contava circa 40.000 fanti (10.000 africani armati pesantemente con equipaggiamento romano catturato, 8.000 iberici, 22.000 galli) e 10.000 cavalieri (numidi, iberici, galli), per un totale di circa 50.000 uomini. L'esercito romano comprendeva circa 80.000 fanti (legionari romani più alleati italici) e 6.000 cavalieri, per un totale di circa 86.000. Il rapporto numerico complessivo era di 1,7 a 1 a favore dei Romani, ma la cavalleria vedeva un rapporto di 1,7 a 1 a favore dei Cartaginesi, differenza che si rivelò decisiva.

Nella mattina del 2 agosto, i due eserciti si schierarono. Il comando romano quel giorno spettava a Terenzio Varrone, secondo il sistema di comando alternato. Lo schieramento romano poneva al centro le legioni e gli alleati italici in formazione compatta e profonda, con i manipoli ravvicinati per massimizzare la pressione frontale. La profondità stimata era di 36 ranghi, contro i normali 10-12, con un fronte ristretto. Sull'ala destra, verso il fiume, stava la cavalleria romana di 3.000 uomini, mentre sull'ala sinistra si trovava la cavalleria alleata italica, anch'essa di 3.000 uomini. La logica era semplice: sfondamento frontale sfruttando la superiorità numerica della fanteria pesante.

Lo schieramento cartaginese era invece concepito per una trappola. Al centro Annibale dispose la fanteria iberica e gallica, circa 30.000 uomini, in una formazione insolita: con convessità verso il nemico, un arco sporgente. Sulle ali del centro, tenuta arretrata, stava la fanteria africana pesante, 5.000 uomini per lato, formando una linea più profonda. Sull'ala sinistra, verso il fiume, la cavalleria iberica e gallica pesante comandata da Asdrubale, circa 6.000-7.000 cavalieri. Sull'ala destra la cavalleria numida leggera comandata da Maarbale, circa 3.000 cavalieri. La logica era sofisticata: attirare i Romani nel centro con un cedimento graduale, poi avvolgerli lateralmente con la fanteria africana e annientarli con la carica di cavalleria alle spalle.

Lo svolgimento della battaglia

Tra le 9 e le 10 del mattino, le fanterie entrarono in contatto frontale. Il centro cartaginese, composto da galli e iberi, combatté ferocemente ma cominciò a cedere gradualmente sotto la pressione romana, arretrando e passando da una formazione convessa a una concava,

curvata all'indietro. Questo era esattamente il piano di Annibale: cedere controllando l'arretramento, assorbire e rallentare la spinta romana senza spezzarsi.

Contemporaneamente, sull'ala cartaginese sinistra presso il fiume, la cavalleria pesante di Asdrubale travolse rapidamente la cavalleria romana, numericamente inferiore e qualitativamente meno efficace. I cavalieri romani fuggirono o furono massacrati, lasciando scoperto il fianco destro della fanteria romana.

Tra le 10 e le 11, Asdrubale compì una manovra audace che richiedeva disciplina e controllo eccezionali: attraversò dietro le linee romane e attaccò da tergo la cavalleria alleata italica sull'ala opposta. Gli alleati, presi tra due fuochi (frontalmente dalla cavalleria numida, posteriormente dalla cavalleria pesante), furono rapidamente sbaragliati e fuggirono verso sud, abbandonando la fanteria al proprio destino.

Tra le 11 e mezzogiorno si consumò la fase cruciale. Al centro, la fanteria romana continuava ad avanzare spingendo indietro galli e iberi, che ora formavano una linea concava profonda. La massa compatta dei legionari si addensava sempre più, cercando di sfondare definitivamente. Ma quando i romani penetrarono sufficientemente in profondità, la fanteria africana pesante sulle ali, rimasta fino ad allora in posizione arretrata e fresca, eseguì una conversione verso l'interno, attaccando simultaneamente i fianchi destro e sinistro delle legioni. Gli africani, equipaggiati con armi e armature romane catturate nelle battaglie precedenti e addestrati a combattere con tattiche legionarie, erano truppe scelte veterane di altissima qualità.

A mezzogiorno la situazione romana divenne disperata. Mentre la fanteria africana stringeva i fianchi, la cavalleria pesante cartaginese di Asdrubale, riorganizzata dopo i due scontri vittoriosi, caricò la fanteria romana da tergo. I romani si trovarono completamente accerchiati: fanteria africana su entrambi i fianchi, galli e iberi frontalmente, cavalleria posteriormente. Lo schieramento romano, compresso da tutti i lati, perse ogni capacità di manovra.

Il massacro

Polibio descrive la fase finale con drammatica precisione: "I Romani, finché poterono voltarsi ed opporre resistenza a coloro che li attaccavano da ogni parte, tennero fronte; ma col tempo, stretti com'erano, gli uomini nelle file esterne venivano uccisi, mentre quelli all'interno, premuti insieme, non potevano nemmeno sollevare le spade."

La fanteria romana, compressa in una massa informe, non poteva più combattere efficacemente. I soldati all'esterno venivano sistematicamente abbattuti mentre cercavano di difendersi. Quelli all'interno, schiacciati dalla pressione, non avevano nemmeno spazio per alzare le armi. Il calore estivo (agosto, pianura pugliese, ore centrali del giorno), la polvere sollevata da decine di migliaia di uomini e cavalli, l'affollamento estremo causarono asfissia e collassi. Polibio menziona che alcuni romani, disperati, si seppellivano vivi nella sabbia per sfuggire alla carneficina.

Le perdite furono catastrofiche. Polibio fornisce cifre che, anche ridimensionate, rimangono impressionanti: circa 70.000 morti romani su 86.000, inclusi il console Lucio Emilio Paolo, 2 questori, 29 tribuni militari e circa 80 senatori che servivano nell'esercito. I prigionieri furono circa 10.000, principalmente dalle retrovie e dal campo minore. Solo circa 6.000 riuscirono a fuggire, tra cui il console Terenzio Varrone. Le perdite cartaginesi ammontarono a 5.700 morti, principalmente galli e iberi del centro che avevano assorbito l'urto iniziale, e 1.500 feriti gravi.

Anche riducendo le cifre romane del 30-40%, come suggerisce una valutazione critica delle

fonti antiche, rimane una catastrofe senza precedenti: forse 45.000-50.000 morti effettivi, circa il 10-15% delle forze militari totali di Roma e degli alleati italici.

Il ruolo del terreno nell'esito della battaglia

L'Ofanto, anche se guadabile, ebbe un'influenza decisiva. La presenza del fiume limitò lo spazio di manovra: costrinse entrambi gli eserciti a schierarsi su un fronte relativamente ristretto, circa 2-2,5 chilometri. I Romani, numericamente superiori, non poterono sfruttare pienamente questo vantaggio distendendosi su un fronte più ampio. Annibale dispose il suo schieramento con il fiume che copriva il fianco sinistro, riducendo le possibilità di aggiramento. Quando i romani tentarono di fuggire verso nord attraversando il fiume, molti annegarono nella calca disperata: anche se il tirante era basso, la confusione e il panico causarono morti per soffocamento e schiacciamento nell'acqua. In agosto, con il caldo intenso, l'accesso all'acqua potabile era cruciale, e il controllo del fiume da parte cartaginese potrebbe aver influenzato la decisione romana di accettare battaglia in condizioni non ottimali.

Il terreno duro e polveroso facilitò le cariche della cavalleria pesante cartaginese, che su terreno fangoso o irregolare sarebbe stata meno efficace. La polvere sollevata da oltre 100.000 uomini e migliaia di cavalli ridusse drasticamente la visibilità durante la battaglia, contribuendo alla confusione romana.

Le temperature di agosto in Puglia, probabilmente 35-38°C nelle ore centrali, furono un fattore spesso sottovalutato ma decisivo. I legionari romani indossavano corazza (lorica hamata, cotta di maglia di 10-15 kg), elmo (2-3 kg), portavano lo scudo pesante (scutum, 10 kg) e le armi (gladius, pilum). Il peso totale dell'equipaggiamento era di circa 25-30 chilogrammi. Combattere per 3-4 ore sotto il sole con questo carico, in formazione compatta dove il calore corporeo si accumula, causava inevitabilmente esaurimento fisico, disidratazione e colpi di calore. I cartaginesi, con formazione più aperta e molte truppe (soprattutto i galli) con armamento più leggero, soffrirono meno.

Conseguenze e eredità

Le conseguenze immediate furono drammatiche. A Roma, quando arrivò la notizia, si temette che Annibale marciasse immediatamente sulla città. Famosa rimase la frase che secondo Livio il comandante di cavalleria Maharbal rivolse ad Annibale: "Vincere scis, Hannibal, victoria uti nescis"– "Sai vincere, Annibale, ma non sai sfruttare la vittoria", riferendosi alla decisione di non marciare immediatamente su Roma. Molte città del sud Italia (Capua, città della Magna Grecia, tribù sannite e lucane) abbandonarono Roma e si allearono con Annibale. Roma nominò un dittatore, Quinto Fabio Massimo, con poteri straordinari per affrontare la crisi costituzionale.

Nel medio termine, tra il 215 e il 203 a.C., Roma adottò la strategia "fabiana", dal nome del dittatore Fabio Massimo: evitare battaglie campali, logorare Annibale con la guerriglia, bloccare i rifornimenti. Nonostante la catastrofe, Roma rifiutò di negoziare e arruolò nuove legioni, persino tra schiavi e criminali, aumentando le tasse. Annibale rimase progressivamente isolato: impossibilitato a espugnare Roma senza macchine d'assedio, privo di rinforzi dalla Spagna (dove i Scipioni sconfiggevano i cartaginesi) e senza sostegno adeguato da Cartagine. Roma aprì fronti secondari in Spagna, Sicilia e Sardegna, costringendo Cartagine a dividere le risorse.

La vittoria finale romana arrivò quando Scipione invase l'Africa nel 204 a.C., costringendo Annibale a tornare per difendere Cartagine. Scipione lo sconfisse a Zama nel 202 a.C. La Terza guerra punica, tra il 149 e il 146 a.C., vide la distruzione finale di Cartagine, rasa al

suolo.

L'accerchiamento di Canne divenne il modello ideale studiato in tutte le accademie militari, antiche e moderne. Cesare cercò di applicarlo ad Alesia nel 52 a.C. con un doppio accerchiamento dei Galli. Annibale stesso tentò invano di replicarlo in battaglie successive, senza mai più riuscirvi. Napoleone studiò Canne e cercò di riprodurne la tattica, parzialmente ad Austerlitz. I teorici militari tedeschi del XIX secolo, Moltke e Schlieffen, elaborarono piani operativi basati sull'accerchiamento doppio. In epoca moderna, l'accerchiamento di Stalingrado nella Seconda Guerra Mondiale e alcune operazioni della Guerra del Golfo nel 1991 ripresero principi simili.

Canne rimane l'esempio perfetto di come la superiorità tattica, l'uso intelligente del terreno, la comprensione delle capacità e dei limiti del nemico possano ribaltare la superiorità numerica. La battaglia dimostrò che la vittoria militare non dipende solo dalle dimensioni dell'esercito, ma dalla capacità di coordinare le diverse armi (fanteria e cavalleria), sfruttare il terreno, sincronizzare i movimenti e, soprattutto, comprendere la psicologia e le debolezze dell'avversario. Questi principi rimangono validi ancora oggi.

ARCHEOLOGIA DI CANOSA E CANNE DELLA BATTAGLIA - DETTAGLI MATERIALI

Canosa di Puglia: stratificazione insediativa e cultura materiale

L'evidenza archeologica di Canosa documenta una delle sequenze insediative più lunghe e dense dell'Italia meridionale, con continuità dall'età del Bronzo fino all'età tardoantica e medievale, testimoniando il ruolo centrale del sito nel controllo della valle dell'Ofanto e delle rotte commerciali tra Adriatico e Tirreno attraverso l'Appennino.

Le necropoli e le pratiche funerarie: Le necropoli canosine, distribuite su diverse colline circostanti il centro abitato (San Leucio, Toppicelli, Lamapopoli, Gaudella), offrono un quadro straordinariamente ricco e articolato delle élite locali e dei loro contatti commerciali e culturali. Le tombe più antiche, databili tra IX e VIII secolo a.C., sono semplici fosse terragne con corredi modesti (ceramica d'impasto, fibule in bronzo, ornamenti personali), ma già nel VII secolo a.C. compaiono le prime tombe a fossa monumentali con camera accessoria, che preannunciano le grandi tombe ipogee di età ellenistica.

Le tombe a camera ipogee scavate nel banco calcareo, caratteristiche del IV-III secolo a.C., rappresentano la fase di massimo splendore dell'aristocrazia canosina preromana. Queste strutture, alcune delle quali raggiungono dimensioni monumentali con più vani comunicanti e dromos (corridoio d'accesso) decorato, contenevano corredi funerari di straordinaria ricchezza: vasi attici a figure rosse di altissima qualità (crateri, kylikes, hydriai attribuiti a pittori noti come il Pittore di Dario e il Pittore degli Inferi), armature complete in bronzo con elmi di tipo italo-calcidico o apulo-corinzio, spade e lance con impugnature decorate, gioielli in oro e argento di fattura greca o magnogreca (diademi, orecchini, collane con pendenti granulati), ornamenti in ambra baltica che testimonia collegamenti con le rotte dell'Europa centrale.

Particolarmente significative sono le tombe con deposizioni multiple che suggeriscono pratiche di culto gentilizio aristocratico, con riutilizzazioni successive dello stesso ipogeo da

parte di membri della stessa famiglia per generazioni. La Tomba degli Ori, scavata nel 1813 e purtroppo dispersa nei suoi materiali, conteneva secondo le descrizioni ottocentesche oltre 2 kg di oro lavorato sotto forma di corone, fibule, anelli, lamine decorative per abiti, testimoniando l'enorme accumulo di ricchezza nelle mani delle élite canosine che controllavano il surplus agricolo della valle e i traffici commerciali.

La ceramica canosina: La produzione ceramica canosina di età ellenistica (IV-II secolo a.C.) rappresenta uno dei fenomeni artigianali più caratteristici e riconoscibili dell'Italia meridionale antica. La ceramica canosina si distingue per:

- Argilla locale: impasto calcareo di colore chiaro (dal crema al rosato) derivato dall'erosione dei substrati mesozoici circostanti, facilmente distinguibile dalle argille ferriche rosse di altre produzioni apule.
- Forme specializzate: gli askoi (vasi per versare liquidi con forma complessa, spesso zoomorfa o antropomorfa), le olle globulari, i crateri a campana, le hydriai (vasi per acqua) di grandi dimensioni. Gli askoi canosini sono particolarmente elaborati, con applicazioni plastiche che rappresentano figure femminili (probabilmente divinità ctonie o ninfe), guerrieri, animali fantastici, gruppi mitologici complessi.
- Decorazione policroma: dopo la cottura, i vasi venivano decorati con colori applicati a freddo (bianco, rosso, giallo, rosa) che creavano effetti policromi vivaci. Questa tecnica, pur fragile (i colori a freddo si deteriorano facilmente), permetteva effetti cromatici impossibili da ottenere con la cottura. Le scene rappresentate includono motivi floreali stilizzati, bande geometriche, figure umane e divine, animali (cervi, uccelli, delfini), scene di simposio.
- Iconografia funeraria: molti vasi erano prodotti specificamente per corredi funebri e rappresentano temi legati all'oltretomba, al culto eroico, alla sfera dionisiaca (associata all'immortalità). La presenza di Eros, Nike (Vittoria), figure femminili velate, indica connessioni con culti di salvezza e concezioni escatologiche ellenistiche.

La produzione ceramica canosina era organizzata in botteghe specializzate (una delle quali è stata individuata archeologicamente nell'area di Toppicelli) che lavoravano sia per il mercato locale (corredi funerari delle élite cittadine) sia per l'esportazione verso altri centri della Daunia e della Peucezia. La presenza di ceramica canosina in siti come Arpi, Herdonia, Salapia, Egnazia testimonia una rete di scambi regionali in cui Canosa fungeva da centro produttore e redistributore.

Le fortificazioni e l'urbanistica: Le mura urbane di Canosa, costruite in opera quadrata di blocchi calcarei squadrati e accostati a secco (senza malta), sono databili al IV-III secolo a.C. e cingevano un'area di circa 140 ettari, dimensione notevole che colloca Canosa tra le città più estese della Puglia antica. Il circuito murario, parzialmente conservato in alcuni tratti e documentato da fonti ottocentesche per altri, includeva torri quadrate di rinforzo e almeno quattro porte principali corrispondenti alle direttrici viarie principali (verso Arpi a ovest, verso il fiume a est, verso Ruvo a sud, verso Asculum a nord).

All'interno della cinta, gli scavi hanno rivelato un'organizzazione urbana pianificata con assi viari ortogonali (decumani e cardini), isolati regolari, aree specializzate per attività artigianali (fornaci, officine metallurgiche), quartieri abitativi con case a corte centrale, aree pubbliche (probabilmente un'agorà/forum, anche se non ancora chiaramente identificata archeologicamente). La presenza di cisterne monumentali scavate nella roccia per la raccolta dell'acqua piovana, di pozzi profondi, di un sistema di drenaggio delle acque reflue indica una sofisticazione urbanistica paragonabile ai maggiori centri magnogreci.

Il ponte romano sull'Ofanto, situato a circa 3 km a est del centro urbano, costituiva un'opera infrastrutturale di importanza strategica fondamentale. Le descrizioni settecentesche e

ottocentesche (prima della distruzione quasi completa avvenuta nel XIX secolo) parlano di un ponte monumentale in pietra con più arcate (forse 7-9), lungo complessivamente oltre 100 metri, con piloni fondati su palificazioni lignee nel letto ghiaioso del fiume. L'attribuzione cronologica all'età traianea è suggerita dalle caratteristiche costruttive e dalla coincidenza con la costruzione della via Traiana, ma non è escluso che esistesse un ponte precedente di età repubblicana, successivamente monumentalizzato. Il ponte permetteva l'attraversamento sicuro del fiume in ogni stagione, indipendentemente dalle condizioni di portata, e costituiva un punto di controllo fiscale e doganale per le merci in transito.

Iscrizioni e testimonianze epigrafiche: L'epigrafia canosina, ricchissima con oltre 500 iscrizioni latine note (più alcune osche e greche di età arcaica), documenta: magistrature municipali (quattuorviri, aediles, duoviri), evergesimo edilizio (costruzione di templi, portici, terme, acquedotto finanziati da privati facoltosi), corporazioni professionali (fullones = lavandai, fabri = artigiani/costruttori, centonarii = produttori di tessuti), personaggi di rango equestre e senatorio originari di Canosa o proprietari di terre nel territorio, dediche votive a divinità (Giove, Minerva, Venere, divinità orientali come Iside e Serapide introdotte in età imperiale).

Particolarmente significative sono le iscrizioni che menzionano naviculariі e mercatores, attestando il coinvolgimento delle élite canosine nei commerci marittimi e fluviali. Un'iscrizione commemorativa menziona un negotiator frumentarius, commerciante specializzato in grano, che aveva presumibilmente organizzato il trasporto del surplus cerealicolo della valle verso i mercati costieri e, tramite questi, verso Roma.

Canne della Battaglia: archeologia di un campo di battaglia e di un centro abitato

Canne occupa una posizione topografica di eccezionale valore strategico: un pianoro allungato di circa 500 x 150 metri, elevato circa 120 metri sulla pianura circostante, delimitato su tre lati da pendii ripidi e accessibile agevolmente solo dal lato occidentale. Questa configurazione naturale rendeva il sito facilmente difendibile e adatto a funzioni di controllo territoriale. La vista domina tutta la bassa valle dell'Ofanto verso est fino al mare (visibile in giornate limpide), verso ovest fino alle prime propaggini appenniniche, verso nord e sud per decine di chilometri lungo la valle.

La sequenza insediativa: Gli scavi sistematici condotti dalla Soprintendenza Archeologica della Puglia a partire dagli anni '50, con campagne successive negli anni '80-'90 e 2000, hanno documentato una stratificazione archeologica complessa:

- Età del Bronzo(XVI-XII sec. a.C.): frammenti ceramici sporadici di impasto indicano una frequentazione preistorica, forse non continua ma legata a transumanza o a controllo stagionale del guado.
- Prima età del Ferro(IX-VIII sec. a.C.): insediamento dauno arcaico con capanne a pianta ovale o rettangolare absidata, ceramica d'impasto decorata a motivi geometrici incisi o impressi, testimonianze di attività metallurgiche (scorie di fusione, strumenti in bronzo).
- Età arcaica(VII-VI sec. a.C.): sviluppo dell'insediamento con abitazioni a pianta rettangolare, introduzione della ceramica greca d'importazione (coppe ioniche, crateri corinzi), che attesta contatti commerciali con i centri costieri coloniali greci (Taranto, Metaponto).
- Età classica ed ellenistica(V-III sec. a.C.): fase di massimo sviluppo urbano con costruzione delle fortificazioni in opera quadrata, espansione dell'area abitata, intensificazione dei traffici commerciali documentata da ceramica attica, magnogreca, italica.

- **Età romana repubblicana**(III-I sec. a.C.): dopo la battaglia del 216 a.C., il sito mostra segni di frequentazione ridotta ma continuativa, forse come stazione di sosta lungo la via Appia/Traiana e come nodo di controllo del guado.
- **Età imperiale**(I-III sec. d.C.): presenza di materiali ceramici romani (terra sigillata, anfore olearie e vinarie, lucerne), frammenti architettonici (capitelli, frammenti di colonne), che suggeriscono la persistenza di strutture abitative o di servizio, forse una mansio (stazione di posta) o un piccolo vicus (villaggio).

Le fortificazioni: Il sistema difensivo di Canne, ben conservato in alcuni tratti, presenta caratteristiche tecniche notevoli:

- **Tecnica muraria**: opera quadrata in blocchi di calcare locale (pietra calcarea miocenica estratta nelle immediate vicinanze) squadrati con precisione e disposti a secco senza malta. I blocchi, di dimensioni standardizzate (lunghezza 80-100 cm, altezza 40-50 cm, profondità 50-60 cm), presentano spesso lettere greche o segni di cava incisi che servivano per l'assemblaggio (marche di posizione).
- **Struttura**: muro a doppio paramento con riempimento interno di pietrame e terra (emplekton), spessore complessivo 2,5-3 metri, altezza originaria stimata 6-8 metri. La cortina esterna era accuratamente lavorata con giunti stretti, quella interna più sommaria.
- **Torri e porte**: sono documentate torri quadrangolari sporgenti dal tracciato murario a intervalli regolari (ogni 30-40 metri), che permettevano il fiancheggiamento e la difesa piombante degli assalitori. La porta principale sul lato ovest era probabilmente a tenaglia, con passaggio a gomito tra due torri avanzate, sistema difensivo tipico dell'architettura militare ellenistica.
- **Cronologia**: le caratteristiche tecniche e i confronti con altre fortificazioni apule (Arpi, Herdonia, Ausculum) suggeriscono una datazione al IV secolo a.C., probabilmente nel secondo quarto (375-350 a.C.), periodo di intensa attività edilizia difensiva in tutta la Daunia in risposta alle guerre contro i Samniti e alle pressioni dei popoli montani.

Le necropoli: Attorno al pianoro di Canne sono state individuate diverse aree necropolari con tombe databili dall'età arcaica all'età ellenistica:

- **Tombe a fossa semplice**: per defunti di ceto medio-basso, con corredi modesti (ceramica d'uso comune, fibule in bronzo, qualche ornamento personale).
- **Tombe a fossa con lastroni di copertura**: per defunti di ceto medio, con corredi più articolati (ceramica fine da mensa, armi per guerrieri, strumenti da lavoro, gioielli per donne).
- **Tombe a camera ipogea**(poche): per membri dell'élite locale, con corredi ricchi che includono ceramica greca d'importazione, armi di prestigio, ornamenti in metalli preziosi.

La presenza di tombe con armi (spade, lance, scudi) conferma il carattere militarizzato della comunità, coerente con la funzione strategica del sito nel controllo della valle.

Evidenze della battaglia del 216 a.C.: La ricerca archeologica di testimonianze dirette della celebre battaglia si è rivelata estremamente problematica e sostanzialmente inconclusiva. Contrariamente a quanto si potrebbe sperare, **non esistono prove archeologiche certe e incontrovertibili**della battaglia di Canne, per ragioni strutturali legate alla natura dell'evidenza archeologica di eventi bellici antichi:

Il problema delle sepolture: Negli anni '60 vennero condotte ricerche specificamente mirate a identificare fosse comuni con caduti della battaglia. Alcuni resti scheletrici furono effettivamente rinvenuti nell'area e inviati per datazione radiocarbonica al National Physical

Laboratory di Londra. I risultati, pubblicati nel bollettino "National Physical Laboratory Radiocarbon Measurements V"(1968), furono però **negativi e definitivi**:

NPL-89. Canne S.M.I 965±95 A.D. 985

Human bones from skeleton in grave (41° 17' 40" N Lat, 16° 08' 38" E Long) about 1 m. deep covered by light stratum of earth, found at Canne (Bari), Italy. Coll. 1964 by Gen. D. Ludovico and Dr., A. Martini, State Archaecologist Dept. of Taranto, and subm. by Gen. Ludovido. It was hoped that distinction could be drawn between skeletons from battle of Canne (216 B.C.) and those of Middle Ages also found in same locality. Comment (Gen. D.L.): sample must be from one of Middle Age skeletons known to exist in locality, fewer than those of battle of Canne.

Dunque non fu possibile distinguere stratigraficamente o morfologicamente con certezza le sepolture puniche da quelle medievali. Le aspettative di trovare resti del 216 a.C. erano state disattese.

Reperti sporadici e interpretazione critica:

- Alcuni **frammenti di armi** in ferro (punte di lancia, punte di freccia, frammenti di spade) sono stati rinvenuti nell'area nel corso di scavi e ricognizioni, ma la loro datazione precisa è problematica per la scarsità di elementi diagnostici e per lo stato di corrosione avanzato. Tipologicamente potrebbero essere compatibili con il III secolo a.C., ma prove certe mancano.
- **Monete** romane repubblicane e puniche del periodo della seconda guerra punica sono state trovate sporadicamente, ma monete circolavano per decenni e la loro presenza non prova necessariamente una connessione diretta con la battaglia.

Va sottolineato che l'identificazione archeologica sicura di un campo di battaglia antico è estremamente difficile: i cadaveri venivano solitamente sepolti o cremati, le armi recuperate e riutilizzate, gli oggetti di valore saccheggiati. L'erosione e l'attività agricola bimillenaria hanno inoltre profondamente alterato la superficie originaria del terreno.

Materiali di importazione e collegamenti commerciali: La ceramica rinvenuta negli scavi di Canne documenta una rete di contatti commerciali a raggio ampio:

- **Ceramica attica a figure rosse** (V-IV sec. a.C.): crateri, kylikes, skyphoi prodotti ad Atene e importati via mare attraverso i porti adriatici, testimonianza di partecipazione ai circuiti commerciali mediterranei.
- **Ceramica magnogreca** (IV-III sec. a.C.): produzioni tarantine (ceramica a vernice nera, ceramica polcroma), metapontine, prodotte nelle colonie greche della costa ionica e distribuite verso l'interno attraverso rotte terrestri e fluviali.
- **Anfore da trasporto**: frammenti di anfore greco-italiche e romane repubblicane che contenevano vino, olio, conserve di pesce (garum), indicando l'importazione di derrate alimentari non prodotte localmente o di qualità superiore.
- **Lucerne**: lucerne a vernice nera di produzione magnogreca e successivamente lucerne romane a volute, oggetti di uso quotidiano ma anche indicatori di collegamenti commerciali e di circolazione di modelli culturali.

La presenza di queste importazioni in un sito relativamente piccolo come Canne (che non era una grande città come Canosa o Arpi) sottolinea il suo ruolo come nodo di redistribuzione: le merci arrivavano via mare ai porti costieri, risalivano l'Ofanto fino a Canne, e da qui venivano smistate verso Canosa e verso l'interno della Daunia lungo le vie terrestri.

ASPETTI ECONOMICI CONCRETI

Le merci trasportate: tipologie, volumi, provenienze

Il trasporto fluviale sull'Ofanto si inseriva in un sistema economico articolato in cui diverse tipologie di merci circolavano secondo logiche differenziate basate su valore, peso, deperibilità, destinazione.

Cereali (frumento, orzo, farro): Il grano rappresentava quasi certamente la merce principale trasportata lungo l'Ofanto, per motivi strutturali dell'economia antica:

- **Produzione locale abbondante**: la bassa valle dell'Ofanto e l'adiacente Tavoliere costituivano una delle aree cerealicole più produttive dell'Italia antica. Strabone stesso (VI 3, 9) menziona la fertilità della Daunia, e Plinio il Vecchio (Naturalis Historia XVIII, 110) elogia il frumento apulo per qualità e rese. Le condizioni pedoclimatiche (suoli alluvionali profondi e fertili, precipitazioni concentrate in autunno-inverno favorevoli ai cereali vernini, estati calde e secche per la maturazione e mietitura) erano ottimali per la cerealicoltura estensiva.
- **Domanda esterna elevata**: Roma, dalla fine del III secolo a.C. in poi, dipendeva sempre più dalle importazioni cerealicole per alimentare la sua popolazione urbana in crescita esplosiva (circa 1 milione di abitanti in età imperiale). La Sicilia, la Sardegna, l'Africa proconsolare e l'Egitto erano i principali fornitori, ma anche la Puglia contribuiva significativamente, specialmente in periodi di carestia o interruzione delle rotte africane.
- **Adattabilità al trasporto fluviale**: i cereali, una volta essiccati adeguatamente, sono relativamente stabili e non deperibili rapidamente, tollerano un certo grado di umidità senza danneggiarsi irreparabilmente, hanno un rapporto peso/valore relativamente basso che rende economicamente vantaggioso il trasporto di massa su lunghe distanze. Il trasporto via fiume riduceva drasticamente i costi rispetto al trasporto terrestre, fattore cruciale per merci ponderos a basso valore unitario.

Polibio (III 107, 1-4) menziona esplicitamente che nel 216 a.C., prima della battaglia di Canne, i Romani avevano stabilito depositi di grano (σιτηρέσια) proprio a Canne come base di rifornimento per l'esercito: "ἀθροίζουσι δὲ τὰ σιτηρέσια πρὸς Κάννας τῇ προσαγορευομένῃ πόλει"("accumulano i depositi di grano presso la città chiamata Canne"). Questa testimonianza conferma che Canne fungeva da centro di raccolta del grano prodotto nella valle, probabilmente trasportato via fiume dai campi circostanti verso questo nodo centrale, da cui poi poteva essere redistribuito via terra (verso gli eserciti in movimento) o via fiume verso la costa (per l'esportazione via mare).

I volumi erano probabilmente significativi: un'imbarcazione fluviale leggera di media dimensione (lunghezza 10-12 metri, larghezza 3-4 metri) poteva trasportare 5-10 tonnellate di grano, equivalenti a circa 150-300 modii romani (il modius = circa 8,75 litri = circa 6,5 kg di grano), sufficienti per alimentare 20-40 persone per un anno intero. Una risalita giornaliera dalla costa a Canne poteva quindi movimentare volumi agronomicamente rilevanti.

Olio d'oliva: L'olivicoltura era praticata intensivamente nelle zone collinari circostanti Canosa e nelle Murge, dove i suoli calcarei drenanti e il clima mediterraneo erano ideali per l'olivo. L'olio prodotto localmente era esportato sia per consumo alimentare sia per usi industriali (illuminazione, cosmesi, medicina):

- **Contenitori**: l'olio veniva trasportato in anfore ceramiche di forma standardizzata (anfore greco-italiche in età repubblicana, anfore Dressel in età imperiale), che permettevano lo stoccaggio, il trasporto e la commercializzazione a medio-lungo

raggio. Le anfore vuote arrivavano probabilmente via mare dai centri di produzione ceramica (Brindisi, Taranto) e risalivano l'Ofanto per essere riempite con l'olio locale, poi ridiscese verso i porti per l'esportazione.
- **Destinazioni**: Roma e i grandi centri urbani costieri (Napoli, Pozzuoli) costituivano i mercati principali, ma l'olio pugliese veniva esportato anche verso la Gallia e altre province tramite i circuiti commerciali marittimi adriatici e tirrenici.

Vino: La viticoltura era diffusa nelle zone pedemontane e collinari della Daunia, anche se il vino apulo non godeva della stessa reputazione di eccellenza dei vini campani (Falerno, Cecubo) o laziali. Veniva comunque prodotto per consumo locale e per commercializzazione regionale:

- **Qualità variabili**: vini comuni per consumo popolare, trasportati in anfore vinarie o in dolia (grandi contenitori ceramici); vini di qualità superiore in anfore marchiate con il nome del produttore.
- **Circuiti di distribuzione**: principalmente mercati regionali pugliesi e lucani, con esportazioni limitate verso mercati più lontani.

Lana e tessuti: Canosa era celebre in età romana per la produzione di tessuti lanosi di alta qualità, i birri canusini menzionati da Marziale (Epigrammi XIV, 127: "Apulis...birrus") e da altri autori:

- **Allevamento ovino**: le aree collinari e il Tavoliere erano vocate alla pastorizia transumante, con greggi numerose che producevano lana di buona qualità.
- **Lavorazione tessile**: Canosa disponeva di fulloniche (laboratori per il lavaggio e la follatura dei tessuti), tintorie, manifatture tessili che trasformavano la lana grezza in tessuti finiti. L'acqua del fiume era essenziale per queste attività industriali.
- **Commercializzazione**: i tessuti finiti, prodotti di lusso relativamente leggeri e di alto valore unitario, venivano esportati verso mercati italiani e provinciali. Il trasporto via fiume era meno critico per queste merci (che potevano sopportare il costo del trasporto terrestre), ma la via fluviale offriva comunque vantaggi logistici.

Legname: Le zone montane appenniniche dell'alto bacino dell'Ofanto erano coperte da foreste (querce, faggi, pini) che fornivano legname da costruzione e combustibile:

- **Trasporto per fluitazione**: il legname poteva essere trasportato a valle sfruttando la corrente, legando i tronchi in zattere che galleggiavano guidate da barcaioli esperti. Questa tecnica, ben documentata per fiumi alpini e appenninici, era particolarmente economica per merci che galleggiano naturalmente.
- **Usi**: costruzioni edilizie, cantieristica navale (i porti adriatici richiedevano legname costantemente per costruzione e riparazione navi), combustibile per forni e fucine artigianali.

Prodotti artigianali e manufatti: Ceramiche (la produzione canosina già discussa), oggetti metallici (attrezzi agricoli, armi, utensili domestici prodotti da officine locali), laterizi (tegole, mattoni) per l'edilizia:

- **Flussi bidirezionali**: questi manufatti viaggiavano sia da Canosa verso la costa (esportazione) sia dalla costa verso Canosa (importazione di prodotti non disponibili localmente o di qualità superiore).

Sale: Le saline costiere di Salinis/Margherita di Savoia, sfruttate fin dall'antichità, producevano sale marino per conservazione alimentare (salagione di carni e pesci, conservazione di olive e vegetali) e per uso industriale (concia delle pelli):

- Trasporto verso l'interno: il sale, merce preziosa e necessaria, veniva trasportato dalla costa verso l'interno seguendo percorsi terrestri ma potenzialmente anche fluviali nella stagione favorevole.

Costi comparativi: trasporto fluviale vs trasporto terrestre

L'economia del trasporto nell'antichità è stata oggetto di studi approfonditi che hanno cercato di quantificare i costi relativi delle diverse modalità. I dati più affidabili provengono dall'editto sui prezzi massimi di Diocleziano (301 d.C.), che fissa tariffe massime per il trasporto di merci secondo diverse modalità, anche se va considerato che si tratta di un documento tardoantico che potrebbe non riflettere esattamente le condizioni di età repubblicana o alto-imperiale.

Trasporto marittimo: il più economico per lunghe distanze. Il costo del trasporto via mare di un carico di grano per 1000 miglia nautiche (circa 1850 km) era approssimativamente equivalente al costo del trasporto terrestre dello stesso carico per 75 miglia terrestri (circa 110 km). Il rapporto di efficienza era dunque circa 17:1 a favore del trasporto marittimo.

Trasporto fluviale: intermedio tra marittimo e terrestre. La risalita controcorrente era ovviamente più costosa e lenta della discesa con la corrente. Stime moderne suggeriscono che il trasporto fluviale costasse circa 4-5 volte più del trasporto marittimo a parità di distanza, ma rimanesse comunque 3-4 volte più economico del trasporto terrestre.

Per il caso specifico dell'Ofanto, possiamo tentare una ricostruzione dei costi relativi confrontando percorsi alternativi per trasportare grano da Canosa alla costa:

Opzione A - Trasporto terrestre diretto Canosa → costa (circa 20 km):

- Mezzo: carri trainati da buoi o muli
- Capacità carico: circa 300-500 kg per carro (limitata dalla trazione animale e dalle condizioni stradali)
- Velocità: 20-30 km/giorno su strade buone, quindi 1 giorno per il percorso
- Costo: salario del conducente + usura del carro + alimentazione animali + pedaggi eventuali
- Stima indicativa: se assumiamo (sulla base dell'Editto di Diocleziano) un costo di circa 20 denari per carro-carico-giornata, il trasporto di 1 tonnellata (= 2 carri) costerebbe circa 40 denari

Opzione B - Trasporto combinato terrestre → fluviale Canosa → Canne (3 km via terra) + Canne → costa (16-17 km via fiume):

- Primo tratto terrestre breve: circa 6-8 denari per tonnellata
- Trasbordo a Canne: costi di manodopera per carico/scarico, magazzinaggio temporaneo se necessario, pedaggi eventuali
- Tratto fluviale: risalita controcorrente impossibile, quindi questo percorso funziona solo per discesa (grano dall'interno verso costa), con costi ridotti. Stima: circa 5-10 denari per tonnellata per il tratto fluviale
- Costo totale: circa 15-25 denari per tonnellata

Convenienza economica: l'opzione B risulta leggermente più economica (risparmio 30-40%) solo se:

1. Il volume di merci è elevato (per ammortizzare i costi fissi di trasbordo)

2. La destinazione finale è il porto costiero (esportazione), non Canosa stessa
3. Le condizioni di navigabilità sono favorevoli (stagione giusta)

Per merci in risalita (dalla costa verso Canosa), il rapporto si inverte perché la risalita controcorrente è molto più costosa e lenta:

- Risalita fluviale costa → Canne: circa 30-40 denari per tonnellata (tre volte il costo della discesa)
- Tratto terrestre finale Canne → Canosa: 6-8 denari
- Totale: 36-48 denari, leggermente più costoso del trasporto terrestre diretto

Conclusione: il vantaggio economico del trasporto fluviale sull'Ofanto era significativo ma non schiacciante, e si manifestava principalmente per:

- Merci in discesa (dall'interno verso costa) in grandi volumi
- Stagioni favorevoli che rendevano affidabile la navigazione
- Merci ponderos e di basso valore unitario (cereali, legname) per cui il risparmio percentuale sui costi di trasporto era cruciale

Per merci di alto valore e basso peso (tessuti, metalli lavorati, oggetti di lusso), il trasporto terrestre diretto rimaneva probabilmente preferibile per la maggiore velocità e affidabilità.

Organizzazione corporativa: navicularii e collegia

Il trasporto commerciale nell'impero romano era organizzato secondo corporazioni professionali (collegia) che raggruppavano armatori, capitani, marinai, barcaioli secondo specializzazioni e che godevano di privilegi legali e fiscali in cambio di obblighi di servizio pubblico (munera).

Navicularii: il termine designava originariamente gli armatori di navi marittime (naves) impegnati nei traffici commerciali a lungo raggio, ma per estensione veniva applicato anche a proprietari di imbarcazioni fluviali. I navicularii erano organizzati in collegia specifici per rotte o per tipologie di merci:

- Navicularii marini: specializzati nel trasporto via mare, spesso organizzati per province (navicularii africani, alexandrini, asiatici a seconda delle rotte)
- Navicularii fluviali: specializzati nella navigazione fluviale su Po, Tevere, Rodano e altri fiumi maggiori

Per l'Ofanto non abbiamo testimonianze epigrafiche dirette di un collegium naviculariorum specifico, ma dato il volume dei traffici e l'importanza economica di Canosa, è molto probabile che esistesse un'organizzazione corporativa informale se non formalizzata.

Struttura organizzativa tipica di un collegium:

- Patroni: personaggi di rango elevato (senatori, cavalieri) che offrivano protezione legale e politica al collegio in cambio di prestigio e influenza
- Magistri/quinquennales: dirigenti eletti del collegio che amministravano il patrimonio comune, organizzavano le attività, rappresentavano i membri presso le autorità
- Membri ordinari: gli armatori/capitani effettivi che possedevano imbarcazioni e operavano commercialmente
- Personale dipendente: marinai, rematori, scaricatori di porto, sorveglianti, che lavoravano alle dipendenze degli armatori

Funzioni del collegium:

- Rappresentanza collettiva presso autorità municipali e statali per negoziare privilegi, esenzioni fiscali, contratti pubblici
- Regolamentazione interna della professione: standard di sicurezza, tariffe concordate, risoluzione di dispute tra membri
- Assistenza mutua: sostegno ai membri in difficoltà economiche, organizzazione di funerali dignitosi (i collegia gestivano spesso aree sepolcrali comuni)
- Funzione religiosa: culti specifici (Nettuno, Fortuna, divinità fluviali), celebrazioni collettive, dediche votive

Privilegi e obblighi: Dal II secolo d.C. in poi, sotto gli imperatori Antonini e Severi, i naviculariі impegnati nell'annona (approvvigionamento granario di Roma) ricevettero privilegi crescenti:

- Esenzioni da alcuni munera civici (obblighi di servizio pubblico locale gravosi)
- Facilitazioni fiscali
- Possibilità di costituire consorterie (corpus naviculariorum) con personalità giuridica riconosciuta

In cambio, erano obbligati a trasportare grano e altre derrate per l'annona a tariffe controllate, secondo quote assegnate, garantendo regolarità delle forniture.

Per i naviculariі fluviali minori come quelli dell'Ofanto, questi privilegi erano probabilmente meno generosi, ma la logica organizzativa di base rimaneva simile.

Sistemi di pedaggi e controllo fiscale

Il passaggio di merci attraverso territori diversi e l'attraversamento di infrastrutture pubbliche (ponti, porti, strade) era soggetto a imposte indirette (vectigalia) di varia natura:

Portoria: dazi di transito riscossi ai confini tra province o regioni, tipicamente 2-5% del valore dichiarato delle merci. Lungo le coste italiche esistevano stazioni doganali (stationes) dove funzionari (pubblicani in età repubblicana, procuratores imperiali in età imperiale) controllavano le merci e riscuotevano i dazi.

Pedaggi su ponti e porti: l'uso di infrastrutture pubbliche costose (il ponte romano di Canosa, eventuali banchine portuali attrezzate) poteva comportare piccoli pedaggi destinati alla manutenzione. Questi erano generalmente modesti (frazioni di denario) ma cumulativamente significativi.

Controlli: la presenza di un emporio o di un nodo di trasbordo implicava necessariamente qualche forma di sorveglianza fiscale:

- Registrazione delle merci in transito per verificare il pagamento dei dazi
- Controllo qualitativo (pesi e misure, contrasto alle frodi)
- Eventuale stoccaggio in horrea pubblici o privati sottoposti a regolamentazione

L'emporio dei Canosini sull'Ofanto presso Canne fungeva probabilmente da punto di controllo fiscale, dove le merci che risalivano o discendevano il fiume venivano registrate e dove si verificava il pagamento di eventuali pedaggi dovuti alla città di Canosa o alle autorità statali.